

Altersabhängige Beziehung zwischen der  
Druck- und Zugfestigkeit  
von Beton

- Bauwerkszugfestigkeit -

von

Prof. Dr.-Ing. F.S. Rostásy  
und  
Dr.-Ing. E.-H. Ranisch

Technische Universität Braunschweig  
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz

*Ap. 17*

Forschungsauftrag V 249 vom  
Deutschen Ausschluß für Stahlbeton  
Förderungsnummer: N VII Vn D 49/84

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Versuchsprogramm	2
3. Herstellung und Prüfung der Wände	4
4. Prüfergebnisse	7
4.1 Ergebnislisten	7
4.2 Zeitlicher Erhärtungsverlauf	9
4.3 Zusammenhang zwischen Zug- und Druckfestigkeit	10
4.4 Bauwerkszugfestigkeit	13
4.5 Wassergehalt	15
4.6 Streuung der Festigkeiten	16
5. Zusammenfassung und Wertung	18
Anlage 1	Betonrezepturen
Anlage 2	Lage der Bohrkerne bei frei bewitterter Wand
Anlage 3	Lage der Bohrkerne bei laborgelagerter Wand
Anlage 4 - 9	Festigkeiten von Wandpaar 1
Anlage 10 - 15	Festigkeiten von Wandpaar 2
Anlage 16 - 21	Festigkeiten von Wandpaar 3
Anlage 22 - 24	Festigkeiten der Laborwand 4
Anlage 25 - 30	Festigkeiten von Wandpaar 5
Anlage 31	Spaltzugfestigkeit der freibewitterten Wand 6
Anlage 32 - 37	Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse je Wandpaar
Anlage 38 - 46	Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit je Wand
Anlage 47 - 55	Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit je Wand
Anlage 56 - 60	Diagramm pro Wandpaar der Festigkeitsentwicklung in jungem Alter
Anlage 61 - 66	Verhältnisswerte C nach Heilmann Tabelle pro Wandpaar
Anlage 67	Vergleich der Verhältnisswerte C nach Heilmann aller Wände
Anlage 68 - 72	Vergleich der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben (pro Wandpaar)
Anlage 73 - 79	Histogramme der Spaltzugfestigkeit einzelner Wände, unterschieden nach äußeren und inneren Bohrkernabschnitten
Anlage 80 - 82	Histogramme der zentrischen Zugfestigkeit einzelner Wände für innere und äußere Bohrkernabschnitte
Anlage 83	Statistische Auswertung der Zugfestigkeiten der Wände 1 bis 3
Anlage 84	Statistische Auswertung der Wände 3 bis 6

## 1. Einleitung

Sowohl über die zeitliche Entwicklung der Betondruckfestigkeit als auch über den Zusammenhang zwischen der Druckfestigkeit von gesondert hergestellten Proben und der Druckfestigkeit von Bohrkernen besitzen wir gute Kenntnisse, die schon seit einiger Zeit in Normen niedergelegt sind. Gemessen daran ist der Kenntnisstand über die Zugfestigkeit des Betons im Bauwerk und deren altersabhängige Entwicklung gering.

Es ist wichtig, die Bauwerkszugfestigkeit zu kennen, weil sie von so großem Einfluß auf die Rißbildung ist. Zur Berechnung der Mindestbewehrung für Zwangbeanspruchung wird heute üblicherweise vom Mittelwert oder von einem oberen Schwellenwert der zentrischen Zugfestigkeit im Alter von 28 Tagen ausgegangen. Näheres ist DIN 1045, 17.6 (Neufassung) zu entnehmen. Die Zugfestigkeit wird dabei nach Heilmann /1/ und Rüsç /2/ aus der Druckfestigkeit gesondert hergestellter und dauernd feucht gelagerter Proben abgeleitet. Sie stellt somit die Labor- und nicht die Bauwerkszugfestigkeit dar.

Es trifft jedoch nicht den Kern des Problems, feste Rechenwerte für den Widerstand

- /1/ Heilmann, H.G.: Beziehung zwischen Zug- und Druckfestigkeit des Betons.  
In: beton 2 - 69, S. 68 - 70.
- /2/ Rüsç, H.: Die Ableitung der charakteristischen Werte der Betonzugfestigkeit.  
In: beton 2 - 75, S. 55 - 58.

vorzugeben. Es ist vielmehr wichtig, den Widerstand in bezug zur Ausführung realistisch einzugrenzen. Durch thermisch-hygri-sche Eigenspannungen wird sich die Zugfestigkeit im Bauwerk deutlich von der Zugfestigkeit dauernd feucht gehaltener Laborproben unterscheiden. Diese Eigenspannungen beeinflussen darüber hinaus durch Mikrorißbildung die Zugfestigkeit viel stärker als die Druckfestigkeit. Dauerzug und die im Bauwerk gegenüber Laborproben schlechtere Verdichtung führen ebenfalls zur Minderung.

Mit den im folgenden beschriebenen Versuchen, die vom DAfStb gefördert wurden, sollten für praxisnah hergestellte Betonwände die zeitliche Entwicklung der Zugfestigkeit und ihr Verhältnis zur Druckfestigkeit im Bauwerk und an gesondert hergestellten Proben ermittelt werden.

## 2. Versuchsprogramm

Die folgenden Parameter wurden variiert:

1. Wasserzementwert:  $w/z = 0,5$  und  $0,7$
2. Zementart: PZ 35 F und HOZ 35L-NW-HS
3. Nachbehandlung: mit/ohne
4. Sieblinie: B16 und C4
5. Lagerung: Normalklima 20/65-2-DIN 50 014  
oder im Freien

Es wurden insgesamt 10 quadratische Wände betoniert, in der Regel paarweise jeweils eine Wand für die Lagerung im Freien (FW1, FW2, FW3, FW5 und FW6) und für die Lagerung im Labor (20/65) (LW1, LW2, LW3 und LW5). Die F-Wände hatten eine Höhe und Breite von 1,50 m und eine mittlere Dicke von 40 cm, die L-Wände eine Höhe und Breite von 1,20 m bei einer Dicke von 25 cm. Die Wand LW4 wurde abweichend vom Schema im Freien gelagert.

Tabelle 2.1 zeigt eine Zusammenstellung der 10 Wände, deren Betonrezepturen auf Anlage 1 aufgeführt sind. Anlage 2 und 3 zeigen die beiden Wandarten mit der Lage der Bohrkernentnahmestellen.

Wand Nr.	Bezeichnung	Hersteldatum	W/Z-Wert	Zementart	Sieblinie	Lagerung
1	LW1	10.09.85	0,48*	PZ	B16	20/65
2	FW1	10.09.85	0,48*	PZ	B16	im Freien
3	LW2	16.09.85	0,70	PZ	B16	20/65
4	FW2	6.09.85	0,70	PZ	B16	im Freien
5	LW3	25.09.85	0,70	HOZ	B16	20/65
6	FW3	25.09.85	0,70	HOZ	B16	im Freien
7	LW4	02.10.85	0,70	PZ	C4	im Freien
8	LW5	11.11.85	0,50	PZ	B16	20/65
9	FW5	11.11.85	0,50	PZ	B16	im Freien
10	FW6	03.07.85	0,70	PZ	C4	im Freien

\*) W/Z-Wert geschätzt

Tabelle 2.1: Versuchswände

Das Wandpaar LW5 und FW5 wurde als Ersatz für das Wandpaar LW1 und FW1 betoniert, weil dort wegen eines Fehlers bei der Feuchtebestimmung der Zuschläge der w/z-Wert nicht plangemäß, die Konsistenz zu steif und deshalb die Verdichtung unzureichend war. Die Wände LW4 und FW6 unter-

schieden sich nur in den Witterungsbedingungen im jungen Betonalter entsprechend der Jahreszeit der Herstellung.

Die Entnahme und Prüfung von Bohrkernen war im Alter von 2, 7, 28, 90 und 360 Tagen vorgesehen. An der Wand F6 wurden nur stichprobenartige Untersuchungen durchgeführt.

### 3. Herstellung und Prüfung der Wände

Die Wände wurden paarweise für Bewitterung und Laborlagerung in glatten Sperrholzschalungen betoniert. Durch Fließmittelzugabe wurde stets die Regelkonsistenz KR mit einem Ausbreitmaß von rund 40 cm angestrebt. Es wurde mit Innenrüttlern verdichtet. Der Zuschlag mit Sieblinie B16 bzw. C4 bestand aus Sand 0/2a aus dem nördlichen Harzvorland und reinem, gut gerundetem Quarzkies 4/8 und 8/16 aus Frechen. Der Zuschlag der Wände LW4 und FW6 bestand nur aus Sand 0/2a. Dieser ausgesucht gleichmäßige Zuschlag wurde gewählt, um Festigkeitsstreuungen aus Kornfestigkeit und Kornform zu unterdrücken.

Es wurden folgende Begleitkörper hergestellt:

- a) jeweils 3 15er-Würfel für die Prüfung der Druckfestigkeit im Alter von 2, 7, 28 und 90 Tagen (Erhärtungswürfel, Lagerung im Freien),

- b) 3 15er-Würfel zur Prüfung der Druckfestigkeit im Alter von 28 Tagen nach DIN 1048 Teil 1 (Gütekörper),
- c) jeweils 3 Zylinder  $\varnothing$  15 x 30 für die Prüfung der Spaltzugfestigkeit im Alter von 2, 7, 28 und 90 Tagen nach DIN 1048 Teil 1 (Unter-Wasser-Lagerung),
- d) jeweils 3 Balken 10 x 15 x 70 für die Prüfung der Spaltzugfestigkeit nach DIN 1048 Teil 1 (Unter-Wasser-Lagerung), Prüfkörper wie bei c),
- e) 12 Zylinder  $\varnothing$  10 x 40 in PVC-Rohren zur Prüfung von Spalt- und zentrischer Zugfestigkeit an 10 cm langen Abschnitten im Alter von 2, 7, 28 und 90 Tagen (Lagerung im Freien, im PVC-Rohr).

Die Wände wurden nach 24 Stunden ausgeschalt. An der linken Wandhälfte erfolgte keine Nachbehandlung, die rechte Hälfte wurde mit feuchten Tüchern und Folien 7 Tage lang feucht gehalten.

Beide Wände eines Paares verblieben 7 Tage im Keller des Instituts und wurden danach entweder ins Normalklima 20/65 oder ins Freie gebracht. Im Freien erfolgte die Aufstellung in Ost-West-Richtung, so daß die unbehandelte Hälfte nach Westen wies.

Die Numerierung der Bohrkerne ( $d = 10$  cm) zeigen die Anlagen 2 und 3. Durch das gewählte Schema stammen die Bohrkerne mit Endnummern 1 bis 5 stets aus der nicht nachbehandelten Wandhälfte.

Die Entnahme der Bohrkerne erfolgte in Süd-Nord-Richtung im Regelalter von 2, 7, 28, 90 und 360 Tagen. Aus organisatorischen Gründen entstanden Zeitabweichungen. Die Prüfung der Bohrkerne erfolgte zeitgleich mit der der gesondert hergestellten Proben unmittelbar nach dem Bohren. Die Prüfzeit wurde für die 2- und 7- Tage-Prüfung auf die Stunde genau festgehalten.

Für die Prüfung der Druck- und Spaltzugfestigkeit wurde angestrebt, die "Bauwerksfeuchtigkeit" zu erhalten. Bei der Prüfung der zentrischen Zugfestigkeit ließ sich ein 4- bis 12-stündiges Abtrocknen nicht vermeiden.

Für die verschiedenen Prüfalter wurden 2 oder 4 Bohrkerne je Wandhälfte entnommen. Die Entnahmestellen selbst sind zufällig.

Die Bohrkerne der L-Wände wurden in 3, die der F-Wände in 4 bis 5 Abschnitte zersägt. Die Verwendung der Abschnitte für Druck-, Spaltzug- und zentrische Zugprüfung erfolgte zufällig, aber so, daß auf eine Druckfestigkeitsprüfung 2 - 3 Zugfestigkeitsprüfungen entfielen. Die Numerierung der Abschnitte erfolgte in Bohrrichtung von Süd nach Nord.

Nach der Festigkeitsprüfung wurde stichprobenartig der Wassergehalt durch Trocknung bei 105 °C bestimmt. Die Rohdichte hingegen wurde für den "feuchten" Zustand bei der Prüfung ermittelt.



Die Prüfung der Spaltzugfestigkeit erfolgte stets so, daß die Bruchfläche senkrecht in der Wand und somit parallel zur Betonier-richtung lag. Für die Prüfung der Druckfestigkeit wurde ein Verhältnis von  $h/d = 1$  nach DIN 1048 Teil 2 angestrebt, so daß die Ergebnisse denen von Würfeln mit 20 cm Kantenlänge gleichzusetzen sind.

#### 4. Prüfergebnisse

##### 4.1 Ergebnislisten

Die vollständigen Ergebnisse der Bohrkernprüfungen sind in Listen wandweise auf den Anlagen 4 bis 31 wiedergegeben. Bohrkern mit den Endziffern 1 bis 5 stammen aus den nicht nachbehandelten Wandhälften.

Die mittleren Zug- und Druckfestigkeiten im Alter von 28 Tagen zeigen die Tabellen 4.1 und 4.2.

An den ermittelten Druckfestigkeiten ist zu erkennen:

1. Die Verdichtungsmängel, die durch die steife Konsistenz des Betons von Wandpaar 1 entstanden sind, sind durch die Wirkung des niedrigen w/z-Wertes kompensiert worden.
2. Wandpaar 2 hat Überfestigkeit, deren Ursache nicht bekannt ist.
3. Die Festigkeiten der übrigen Wände entsprechen dem w/z-Wert-Gesetz.

- 4. Bei den im Herbst betonierten Wandpaaren 1 bis 5 bleibt die Festigkeit der Erhärtungswürfel hinter der der Gütewürfel zurück.
- 5. Die mit gleicher Betonrezeptur hergestellten Wände LW4 und FW6 unterschieden sich deutlich in der Festigkeit, LW4 entspricht B35, FW6 entspricht B25.

Wand	Bohrkerne		Gesondert hergestellte Proben			
	Zentrisch	Spaltzug	Zentrisch Ø 10	Spaltzug Ø 15	Spaltzug Ø 10	Spaltzug 10 x 15
LW1	2,24	3,68	2,01	2,75	2,71	2,96
FW1	2,61	3,65				
LW2	2,36	2,83	2,43	2,57	2,93	2,99
FW2	2,43	2,64				
LW3	1,98	2,39	1,58	2,47	2,29	2,64
FW3	2,15	2,37				
LW4	2,50	2,96	2,11	2,39	2,38	2,53
LW5	3,12	4,08	2,86	3,43	3,52	2,95
FW5	2,90	3,50				
FW6	-	2,66	-	2,47	2,07	-

Tabelle 4.1: Mittlere Zugfestigkeiten in N/mm² im Alter von 28 Tagen

Wand-paar	W/Z-Wert	Bohrkerne		Erhärtungs-würfel	Güte-würfel	Festig-keits-klasse
		L-Wand	F-Wand			
1	0,48	49	48	38	41	B35
2	0,70	37	32	41	46	B35
3	0,70	27	24	31	32	B25
4	0,70	32	-	37	43	B35
5	0,50	51	43	49	57	B45
6	0,70	-	-	36	33	B25

Tabelle 4.2: Mittlere Druckfestigkeiten in N/mm² im Alter von 28 Tagen

Die Tabellen auf den Anlagen 32 - 37 zeigen wandpaarweise die mittleren Festigkeiten für die verschiedenen Prüfalter.

#### 4.2 Zeitlicher Erhärtungsverlauf

Die zeitliche Entwicklung der Zugfestigkeiten ist auf den Anlagen 38 - 55 wandweise mit logarithmischem Zeitmaßstab dargestellt. Man erkennt zunächst, daß die Streuung der Einzelwerte sehr groß ist und dadurch der Einfluß der Nachbehandlung und der Lagerungsbedingungen nicht deutlich wird. Die Einzelwerte der gesondert hergestellten Proben liegen im Streubereich der Bohrkerne, häufig jedoch dort im unteren Teil.

Die Festigkeitsentwicklung im jungen Alter bis 28 Tage ist auf den Anlagen 56 - 60 für alle Festigkeitsarten wandpaarweise in bezogener Form dargestellt. Man erkennt bei allen Wänden, daß sich die Zugfestigkeit am Anfang sehr viel schneller entwickelt als die Druckfestigkeit. Die langsame Festigkeitsentwicklung des Hochofenzements zeigt Anlage 58 für das Wandpaar 3. Der Einfluß der übrigen Parameter ist weniger signifikant.

### 4.3 Zusammenhang zwischen Zug- und Druckfestigkeit

Der Zusammenhang zwischen der Zug- und Druckfestigkeit des Betons wird heute üblicherweise mit der Formel von Heilmann

$$\beta_z = c \beta_D^{2/3} \quad (1)$$

beschrieben. Heilmann hat den Faktor  $c$  durch eine Regressionsanalyse für gesondert hergestellte Laborproben im Alter von 28 Tagen ermittelt. Für die Druckfestigkeit wurde die Würfeldruckfestigkeit (20 cm Kantenlänge) angesetzt. Die  $c$ -Werte sind damit dimensionsabhängig.

Für die Abschätzung der auf Baustellen erreichbaren Zugfestigkeit gelten andere  $c$ -Werte, die den Einfluß der Mischungsstreuung berücksichtigen. Dafür sind von Rüsç auf statistischem Wege Werte berechnet worden. In der Praxis interessieren hauptsächlich die unteren und oberen charakteristischen Werte der Zugfestigkeit, die der 5%- bzw. 95%-Fraktile entsprechen. Beide hängen nach DIN 1048 von der Streuung  $s_z$  der Zugfestigkeit ab:

$$\beta_{z,5\%} = \beta_z - 1,64 s_z = c' \beta_D^{2/3} - 1,64 s_z \quad (2)$$

Daraus folgt

$$c'_{5\%} = c' - 1,64 V_z \quad (3)$$

Der Variationskoeffizient  $V_z$  beträgt nach Rüsç

$$V_z = V_c \sqrt{\left(1 + \frac{2V_w}{3V_c}\right)^2} \quad (4)$$

mit  $V_w$ , dem Variationskoeffizienten der Gesamtstreuung der Würfeldruckfestigkeit. Die von Rüschi berechneten  $c'$ -Werte gelten wie die  $c$ -Werte von Heilmann nur für gesondert hergestellte Proben nach DIN 1048 Teil 1 im Alter von 28 Tagen. Da  $V_c$  eine Konstante ist, hängen die Fraktilwerte der Zugfestigkeit vom Variationskoeffizienten der Druckfestigkeit ab, der im Einzelfall bekannt sein muß.

In der Tabelle 4.3 sind die Beiwerte  $c'$  und  $V_c$  nach Rüschi (in SI-Einheiten umgerechnet) den entsprechenden Versuchsergebnissen gegenübergestellt. Für die  $c$ -Werte wurden alle Einzelwerte für jedes Betonalter ab 7 Tage gemittelt und deren Variationskoeffizienten  $V_c$  berechnet. Die letzteren sind für gesonderte Proben und Bohrkerne von gleicher Größenordnung wie bei Rüschi und für die Spaltzugfestigkeit nur halb so groß wie für die zentrische Zugfestigkeit.

Art der Prüfung	Probekörper	Beiwerte nach Rüschi		Versuchsergebnisse				
		$c'$	$V_c$	$c_{5\%}$	$\bar{c}$	$c_{95\%}$	$V_c$	$V_z$
Zentrischer Zug	Zylinder $\varnothing$ 10	0,241	0,187	-	0,186	-	0,202	-
	Bohrkerne $\varnothing$ 10	-	-	0,153	0,217	0,281	0,228	0,179
Spaltzug	Zylinder $\varnothing$ 15	0,274	0,114	-	0,231	-	0,085	-
	Zylinder $\varnothing$ 10	-	-	-	0,230	-	0,122	-
	Balken 10 x 15	-	-	-	0,249	-	0,137	-
	Bohrkerne $\varnothing$ 10	-	-	0,213	0,270	0,327	0,089	0,129

Tabelle 4.3: Beiwerte für den Zusammenhang zwischen Druck- und Zugfestigkeit  
Festigkeiten in  $N/mm^2$

Für die gesondert hergestellten Proben ergaben die Versuche deutlich geringere  $c$ -Werte als nach Heilmann/Rüschi. Hier dürfte

das gut gerundete Zuschlagkorn eine Rolle gespielt haben. Bei den Bohrkernen ergaben sich höhere  $c$ -Werte als bei den gesondert hergestellten Proben.

Die Variationskoeffizienten der Bohrkernzugfestigkeiten  $V_z$  wurden zunächst wandweise berechnet. Anschließend wurde für alle Wände ein gewichteter Mittelwert berechnet. Die Variationskoeffizienten sind mit 13 % für die Spaltzugfestigkeit und 18 % für die zentrische Zugfestigkeit vergleichsweise klein. Darin dürfte sich die labormäßige Herstellung und Prüfung der Versuchswände widerspiegeln.

In der Tabelle 4.4 sind die erreichten Bauwerkszugfestigkeiten den Rechenwerten nach Rüsch gegenübergestellt. Für die Rechnung wurde für die Laborwände von den Gütewürfeln und für die freibewitterten Wände von den Erhärtungswürfeln ausgegangen. Der Variationskoeffizient der Druckfestigkeit wurde entsprechend der Laborfertigung zu 5 % angenommen. Mit Ausnahme des Wandpaares 1 lagen alle Bauwerkszugfestigkeiten unter den Rechenwerten.

Wand	W/Z-Wert	Bauwerkszugfestigkeit		Rechenwerte nach Rüsch		$\frac{\bar{B}}{\bar{B}'}$	$\frac{B_{5\%}}{B'_{5\%}}$
		$\bar{B}$	$B_{5\%}$	$\bar{B}'$	$B'_{5\%}$		
LW1	0,48	3,4	2,6	3,2	2,6	1,06	1,00
FW1	0,48	3,5	2,7	3,1	2,5	1,13	1,08
LW2	0,70	2,6	1,9	3,5	2,8	0,74	0,68
FW2	0,70	2,6	1,8	3,2	2,6	0,81	0,69
LW3	0,70	2,4	1,6	2,7	2,2	0,89	0,73
FW3	0,70	2,4	1,9	2,7	2,2	0,89	0,86
LW4	0,70	2,9	2,3	3,0	2,4	0,97	0,96
LW5	0,50	3,9	2,3	4,0	3,2	0,97	0,72
FW5	0,50	3,6	2,5	3,7	2,9	0,97	0,86
FW6	0,70			3,0	2,4		

Tabelle 4.4: Gegenüberstellung Versuchswerte -  
Rechenwerte der Spaltzugfestigkeiten in  
N/mm<sup>2</sup> im Alter von 28 Tagen

Eine vollständige Übersicht der c-Werte enthalten die Anlagen 61 - 66. Anlage 67 zeigt die Mittelwerte, getrennt nach äußeren Bohrkernproben und Proben des Kernbetons. Man erkennt, daß die zentrische Zugfestigkeit des oberflächennahen Betons deutlich niedriger ist als die des Kernbetons.

#### 4.4 Bauwerkszugfestigkeit

Eine wesentliche Aufgabe dieses Forschungsvorhabens bestand darin zu ermitteln, in welchem Verhältnis die an Bohrkernen geprüfte Bauwerkszugfestigkeit zur Zugfestigkeit gesondert hergestellter Proben steht. Nach DIN 1048 darf ein auf Druckfestigkeit untersuchter Bauwerksbeton für den Tragfähigkeitsnachweis dann einer Festigkeits-

klasse nach DIN 1045 gleichgesetzt werden, wenn 85 % der festgelegten Würfeldruckfestigkeiten nicht unterschritten werden. Der Unterschied zwischen der Würfeldruckfestigkeit und der Bohrkerndruckfestigkeit beruht im wesentlichen auf der geringeren Verdichtung des Bauwerksbetons im Vergleich zu jener des Gütewürfels. Beim Vergleich von Zugfestigkeiten kommt noch hinzu, daß die gesondert hergestellten Proben nach DIN 1048 bis zur Prüfung unter Wasser lagern sollen und dadurch im Gegensatz zum Bauwerksbeton schwindspannungsfrei bleiben. Schwindspannungen können zu Mikrorißbildung führen. Diese beeinflußt die Zugfestigkeit viel stärker als die Druckfestigkeit.

Die Versuchsergebnisse sind wandpaarweise auf den Anlagen 68 bis 72 wiedergegeben. Bei den Wandpaaren 2 bis 6 ist kein systematischer Einfluß der variierten Parameter auf die Verhältnismerte erkennbar. Die Werte des Wandpaares 1 mit z.B.  $\beta_D/\beta_W = 1,50$  liegen außerhalb von vernünftigen Grenzen. Die Ursachen hierfür sind nicht bekannt.

Tabelle 4.5 zeigt eine Zusammenstellung der Verhältnismerte für die Wandpaare 2 bis 6. Der Mittelwert für  $\beta_D/\beta_W$  liegt mit 0,95 deutlich über dem Erwartungswert von 0,85 für Baustellenverhältnisse und könnte mit der sorgfältigeren Verdichtung der Laborwände erklärt werden.



Die Tatsache, daß die entsprechenden Verhältnismerte für die Zugfestigkeit größer als 1 sind, kann damit nicht erklärt werden.

		Druckfestigkeit	Spaltzugfestigkeit	Zentrische Zugfestigkeit
Wertzahl	n	27	85	14
Mittelwert	$\bar{x}$	0,95	1,11	1,17
Variationskoeffizient	V	0,17	0,19	0,43

Tabelle 4.5: Verhältnismerte der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben für alle Wände außer Wandpaar 1

Da der Variationskoeffizient für die Verhältnismerte der Spaltzugfestigkeit mit 19 % nicht allzu groß und auch von gleicher Größenordnung wie für die Druckfestigkeit ist, muß dieses Ergebnis akzeptiert werden. Es scheint demnach so zu sein, daß der negative Einfluß von Schwindeigenspannungen nicht im erwarteten Ausmaß eingetreten ist.

#### 4.5 Wassergehalt

Ein signifikanter Einfluß des Wassergehalts des Betons zum Prüfzeitpunkt auf die Bauwerkszugfestigkeit ist nicht erkennbar geworden.

#### 4.6 Streuung der Festigkeiten

Bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse von Festigkeitsprüfungen wird in der Regel eine Normalverteilung angenommen. Es war zu prüfen, ob diese Annahme auch für die an Bohrkernen geprüfte Bauwerkszugfestigkeit zutrifft. Da die Zahl der Prüfungen für die einzelnen Altersstufen für statistische Analysen nicht ausreicht, wurde zunächst der Zeiteinfluß eliminiert. Dabei wurde angenommen, daß der zeitliche Erhärtungsverlauf innerhalb einer Wand nur vergleichsweise geringen Streuungen unterliegt.

Die Eliminierung des Zeiteinflusses wurde so durchgeführt:

$$\beta^* = \beta_t \cdot \frac{\bar{\beta}_{28}}{\bar{\beta}_t} \quad (5)$$

mit

$\beta_t$  = Festigkeit zum Zeitpunkt t

$\bar{\beta}_t$  = Mittelwert der Festigkeit zum Zeitpunkt t

$\bar{\beta}_{28}$  = Mittelwert der Festigkeit im Alter von 28 Tagen.

Auf diese Weise wurden ausreichend viele Festigkeitswerte erzeugt, um die Einflußgrößen

- Lagerung
- Nachbehandlung
- Bohrtiefe

statistisch auswerten zu können. Auf den Anlagen 73 - 82 sind Histogramme für die einzelnen Parameter dargestellt. Man erkennt, daß insbesondere für die zentrische Zugfestigkeit nur in etwa der Hälfte der Fälle angenähert eine Normalverteilung vorliegt. Darüber hinaus ist in den meisten Fällen die Streuung so groß, daß eine Parameterstudie nicht mehr sinnvoll ist. Insofern sind die teilweise kleinen Variationskoeffizienten irreführend.

Die statistischen Kennwerte sind schließlich auf Anlage 83 und 84 tabuliert. Man wird mit Verwunderung feststellen, wie gering letztlich der Einfluß von Nachbehandlungsqualität und Lagerungsbedingungen auf die Bauwerkszugfestigkeit geblieben ist.

## 5. Zusammenfassung und Wertung

Zur Ermittlung der Bauwerkszugfestigkeit wurden an praxisnah gefertigten Betonwänden Prüfungen von Bohrkernen und gesondert hergestellten Proben durchgeführt. Die zeitliche Entwicklung der Festigkeiten wurde über 400 Tage verfolgt. Bei den Betonrezepturen wurden der w/z-Wert, die Zementart und die Sieblinie des Zuschlags variiert. Die Wände lagerten teils im Normklima 20/65, teils im Freien. Nach Elimination des Zeiteinflusses wurden die Prüfergebnisse statistisch ausgewertet. Dabei wurden schwerpunktartig die Zusammenhänge zwischen Druck- und Zugfestigkeit nach Heilmann/Rüsch und zwischen den Festigkeiten von Bohrkernen und gesondert hergestellten Proben ermittelt.

Es zeigte sich, daß für die Druckfestigkeiten die Erfahrungsbereiche bestätigt wurden. Die Bauwerkszugfestigkeiten waren im Vergleich zu den Zugfestigkeiten gesondert hergestellter Proben überraschend hoch. Insgesamt haben sich die betontechnologischen Variationen, die Lagerungsbedingungen und die Nachbehandlung von unerwartet kleinem Einfluß auf die Bauwerkszugfestigkeit erwiesen.

Die Untersuchungen bestätigten die verbreitete Erfahrung, daß die Prüfung der zentrischen Zugfestigkeit wegen großer Streuungen und vergleichsweise hohen Aufwands wenig empfehlenswert ist. Für die Spaltzugfestigkeit hat sich hingegen ein akzeptabler

Variationskoeffizient von gleicher Größenordnung wie für die Druckfestigkeitsprüfungen ergeben.

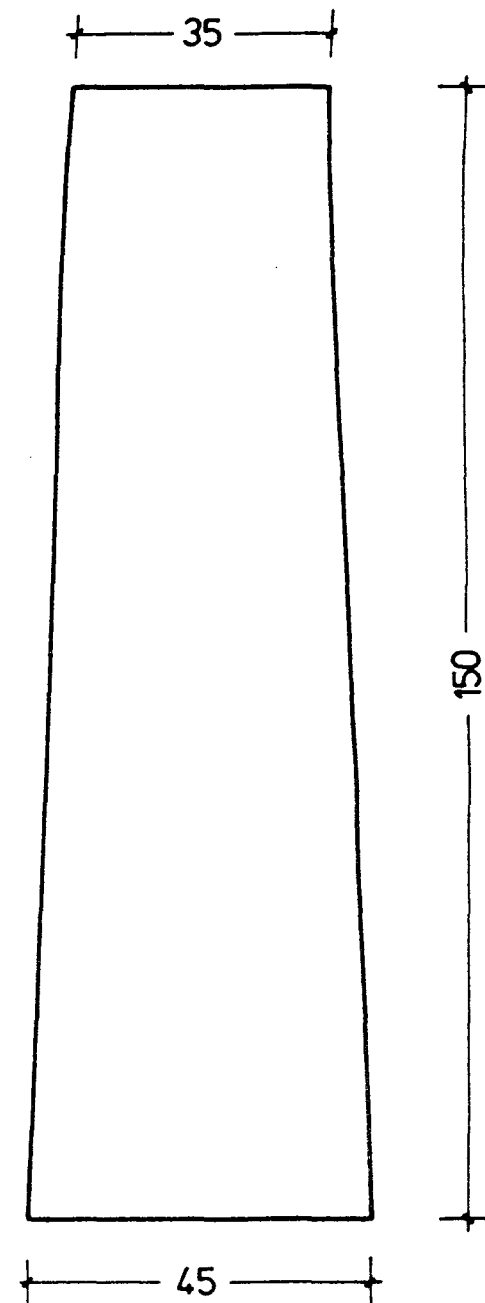
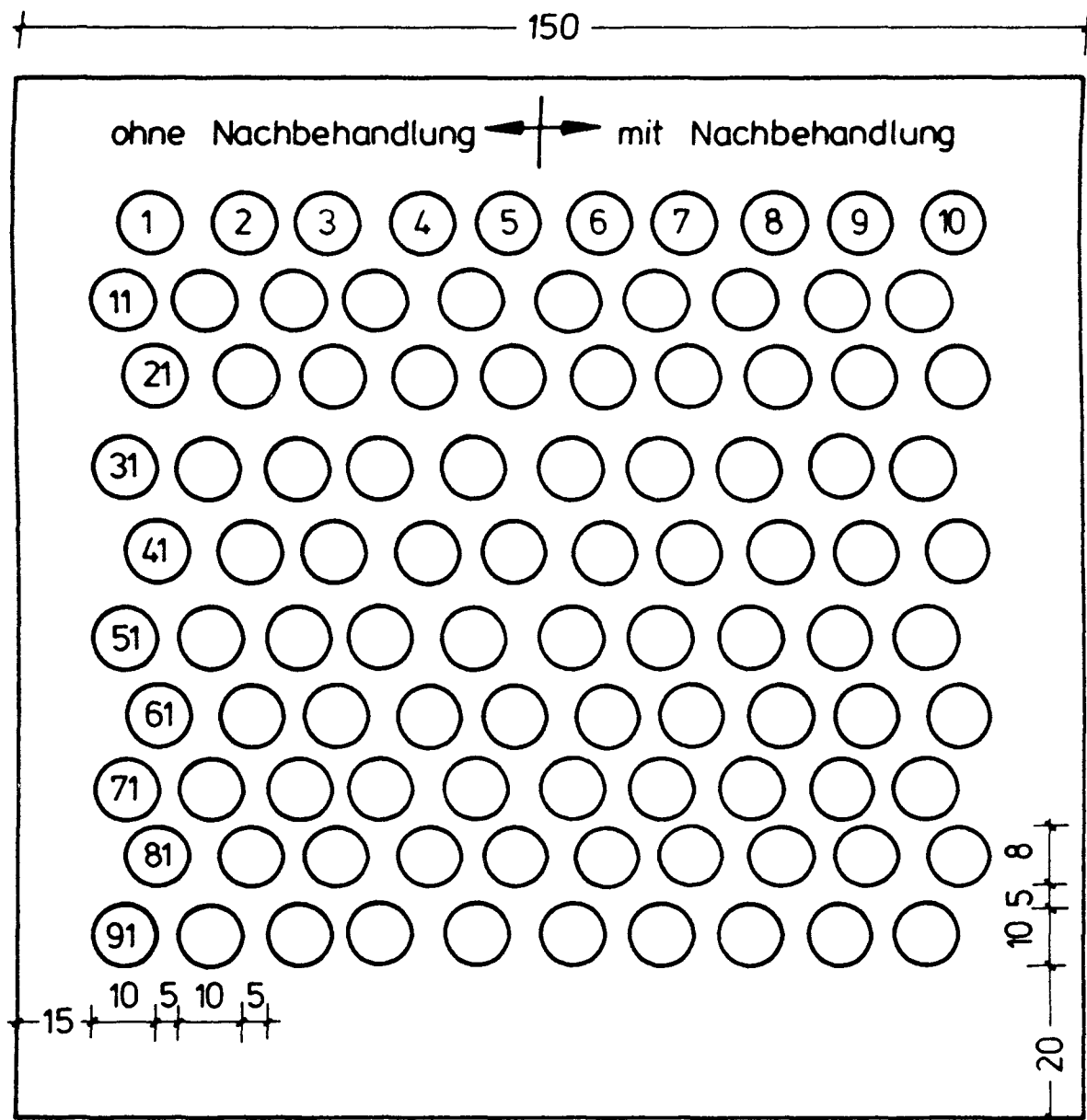
Für die c-Werte nach Heilmann/Rüsch können wegen zu geringer Datenmengen für die Bauwerkszugfestigkeit noch keine Empfehlungen abgegeben werden.

## Betonrezepturen

Wand- bezeichnung	Zement- art	Zement- menge (kg/m <sup>3</sup> )	w/z- Wert	Zuschlag- gehalt (kg/m <sup>3</sup> )	Größt- korn (mm)	Fließmittel (M.-% des Zements)	Frischbeton- rohdichte (kg/dm <sup>3</sup> )	Ausbreit- maß (cm)
LW1 / FW1	PZ 35 F	340	0,48*	1843	16	3 % BV	2,33	31,0
LW2 / FW2	PZ 35 F	280	0,70	1810	16	2 % BV	2,29	39,0
LW3 / FW3	HOZ 35 L	280 · 0,70** (+80 EFA-Füller)		1724	16	2 % BV	2,37	43,5
LW4	PZ 35 F	360	0,70	1591	2	3,5 % BV	2,22	41,1
LW5 / FW5	PZ 35 F	340	0,50	1844	16	3 % BV	2,41	38,0
FW6	PZ 35 F	360	0,70	1591	2	3,5 % BV	2,31	34,0

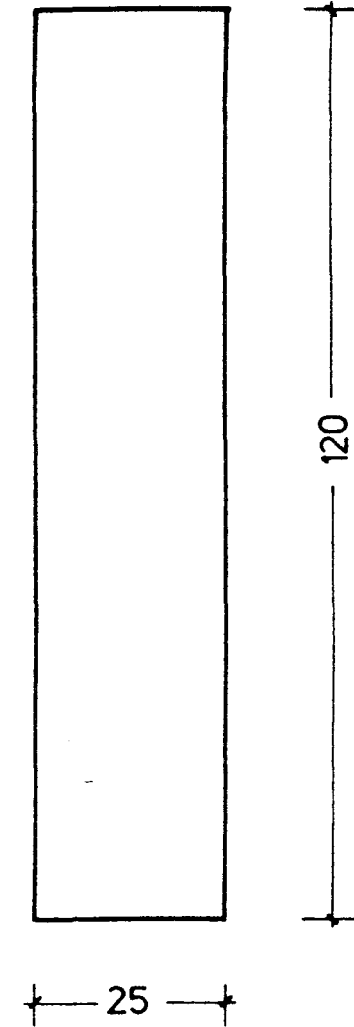
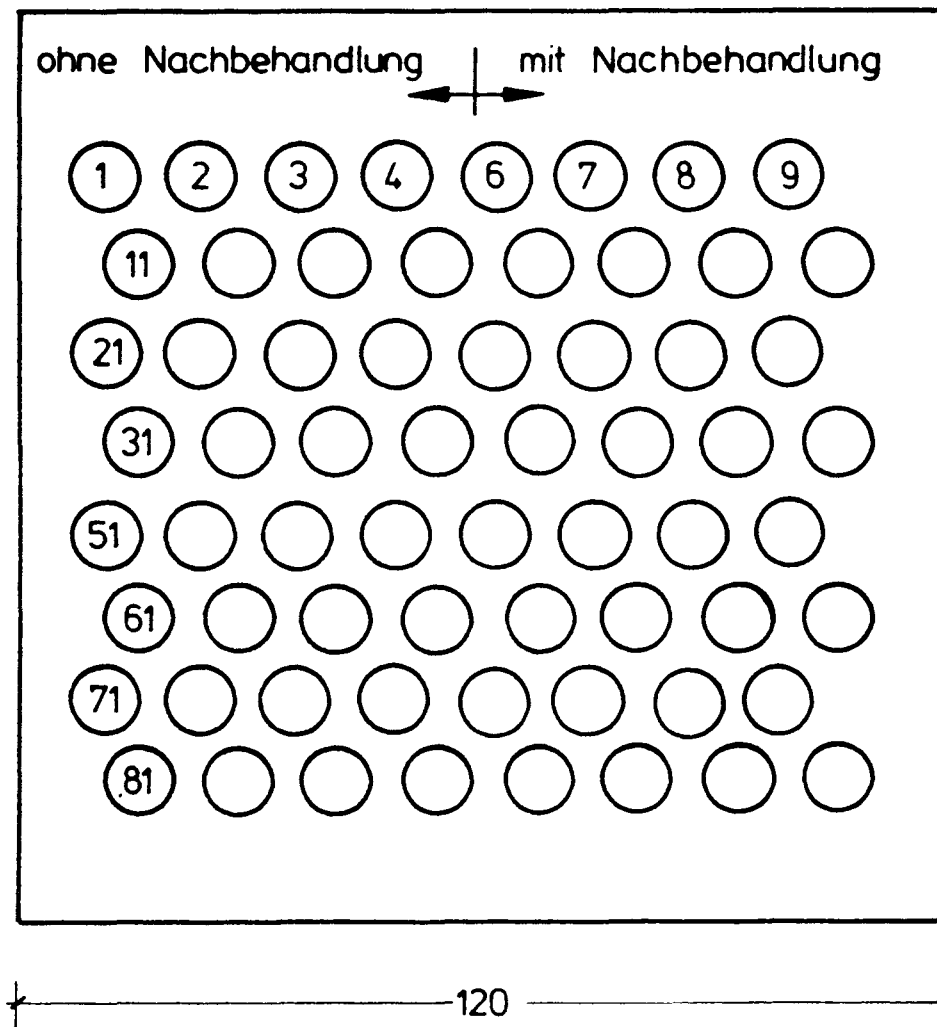
\*) w/z-Wert geschätzt

\*\*\*)  $w/(z + b) = 0,54$



Anlage 2

Frei bewitterte Wand FW mit Lage der Bohrkernentnahmestellen



Laborgelagerte Wand LW mit Lage der Bohrkernentnahmestellen



DRUCKFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	1.23	2.379	5.90	38.29
6.2	1.23	2.392	5.98	36.81
51.2	1.23	2.373	5.95	38.04
56.2	1.23	2.393	5.81	38.69
13.1	2. 0	2.370	5.54	36.49
18.1	2. 0	2.367	5.73	36.48
62.1	2. 0	2.363	5.66	38.48
67.1	2. 0	2.366	5.57	36.75
4.2	6.21	2.388	5.70	44.53
9.2	6.21	2.370	5.60	42.09
11.1	6.21	2.364	5.20	41.87
16.1	6.21	2.355	5.40	43.44
59.2	6.21	2.376	5.60	41.82
54.2	6.22	2.390	5.60	44.31
72.1	6.22	2.390	5.20	46.17
77.1	6.22	2.379	5.40	44.87
2.2	28. 0	2.385	----	50.27
7.2	28. 0	2.370	----	48.94
14.1	28. 0	2.380	----	53.00
19.1	28. 0	2.346	----	48.20
53.2	28. 0	2.369	----	47.68
58.2	28. 0	2.364	----	48.46
61.1	28. 0	2.370	----	50.02
66.1	28. 0	2.369	----	46.90

Wand LW 1

SPALTZUGFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.1	1.23	2.350	4.84	2.74
6.1	1.23	2.364	5.20	2.98
51.1	1.23	2.355	5.24	2.56
56.1	1.23	2.361	5.47	3.05
24.2	2. 0	2.357	5.49	3.27
29.2	2. 0	2.378	5.78	3.19
74.2	2. 0	2.394	5.63	3.52
79.2	2. 0	2.367	5.12	3.51
54.1	6.21	2.376	5.50	3.26
4.1	6.22	2.364	6.50	3.21
9.1	6.22	2.350	5.30	2.84
32.2	6.22	2.374	4.50	3.61
59.1	6.22	2.375	5.70	3.86
37.2	6.23	2.385	5.50	3.93
82.2	6.23	2.400	5.80	3.68
87.2	6.23	2.387	5.40	3.95
2.1	28. 0	2.367	----	3.52
7.1	28. 0	2.343	----	3.68
34.2	28. 0	2.353	----	3.58
39.2	28. 0	2.377	----	3.52
53.1	28. 0	2.379	----	3.58
58.1	28. 0	2.380	----	3.15
81.2	28. 0	2.400	----	4.05
86.2	28. 0	2.413	----	4.42

Wand LW 1

ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
24.1	2. 0	2.383	4.85	1.48
24.3	2. 0	2.361	5.62	1.57
29.1	2. 2	2.365	4.85	1.13
29.3	2.23	2.357	5.27	1.29
13.2	3. 2	2.376	5.24	1.57
18.2	3. 2	2.362	5.19	1.98
62.2	3. 2	2.387	5.00	1.85
79.1	3. 3	2.388	4.84	1.48
67.2	3. 4	2.378	4.78	1.77
74.1	3. 4	2.343	4.80	1.63
74.3	3. 4	2.382	4.96	1.49
79.3	3. 4	2.374	4.97	2.22
11.2	7.23	2.352	4.70	1.79
16.2	7.23	2.343	4.80	1.67
32.3	7.23	2.372	4.60	1.97
37.1	8. 0	2.374	4.50	2.18
37.3	8. 0	2.395	4.60	2.02
77.2	8. 0	2.371	----	1.57
87.1	8. 0	2.391	4.90	1.92
87.3	8. 0	2.391	4.80	2.32
72.2	8. 1	2.380	4.70	2.28
32.1	8. 2	2.366	4.50	2.03
82.1	8. 3	2.392	4.50	1.70
82.3	8. 3	2.378	4.70	1.77
14.2	28. 0	2.356	----	2.45
19.2	28. 0	2.359	----	2.21
34.1	28. 0	2.353	----	1.92
39.1	28. 0	2.370	----	2.23
61.2	28. 0	2.389	----	1.95
66.2	28. 0	2.405	----	2.20
81.1	28. 0	2.381	----	2.47
86.1	28. 0	2.384	----	2.53
34.3	29. 0	2.373	----	2.37
39.3	29. 0	2.377	----	2.53
81.3	29. 0	2.391	----	3.38
86.3	29. 0	2.382	----	2.94

Wand LW 1

DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 3	2.400	5.41	35.77
51.2	2. 3	2.392	5.54	37.69
6.2	2. 4	2.372	5.41	35.70
56.2	2. 4	2.380	5.58	38.40
4.2	7. 1	2.384	5.60	46.01
11.4	7. 1	2.380	5.62	44.46
54.2	7. 1	2.404	5.50	45.75
9.2	7. 2	2.322	5.70	36.54
16.4	7. 2	2.404	----	44.59
37.2	7. 2	2.383	5.78	45.71
59.2	7. 2	2.372	5.70	43.69
72.4	7. 2	2.342	5.74	42.53
32.2	7. 3	2.371	5.60	45.36
77.4	7. 3	2.373	5.55	41.11
87.2	7. 3	2.369	5.76	45.62
82.2	7. 4	2.322	5.93	40.59
2.2	28. 0	2.325	----	48.72
7.2	28. 0	2.349	----	48.49
14.4	28. 0	2.373	----	44.60
19.4	28. 0	2.353	----	43.95
34.2	28. 0	2.386	----	48.72
39.2	28. 0	2.385	----	49.94
53.2	28. 0	2.400	----	50.04
58.2	28. 0	2.383	----	51.24
61.4	28. 0	2.370	----	49.55
66.4	28. 0	2.360	----	44.38
81.2	28. 0	2.340	----	48.00
86.2	28. 0	2.368	----	46.30
21.2	420. 0	2.392	----	62.48
24.2	420. 0	2.387	----	64.93
26.2	420. 0	2.387	----	55.10
29.2	420. 0	2.381	----	59.37
71.2	420. 0	2.376	----	60.28
74.2	420. 0	2.382	----	72.08
76.2	420. 0	2.386	----	57.04
79.2	420. 0	2.377	----	59.75

Wand FW 1

## SPALTZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.4	2. 3	2.389	5.48	3.16
1.5	2. 3	2.351	4.94	3.07
6.4	2. 3	2.390	5.76	2.82
6.5	2. 3	2.386	5.17	3.22
51.4	2. 3	2.368	5.93	3.47
51.5	2. 3	2.345	5.48	3.43
56.4	2. 4	2.360	5.80	2.68
56.5	2. 4	2.346	5.54	2.80
4.4	7. 1	2.385	5.20	2.79
4.5	7. 1	2.353	5.50	2.82
11.1	7. 1	2.374	5.75	2.76
54.4	7. 1	2.372	6.10	3.50
54.5	7. 1	2.349	5.40	3.29
9.4	7. 2	2.355	5.70	3.72
9.5	7. 2	2.317	5.50	3.14
16.1	7. 2	2.367	5.11	3.47
32.3	7. 3	2.383	5.71	3.33
37.3	7. 3	2.373	5.46	3.41
59.4	7. 3	2.393	5.90	3.61
59.5	7. 3	2.384	5.80	3.82
77.1	7. 3	2.358	5.56	2.35
87.3	7. 3	2.375	6.06	3.19
82.3	7. 4	2.375	5.88	3.06
2.4	28. 0	2.386	----	3.88
2.5	28. 0	2.360	----	3.22
7.4	28. 0	2.362	----	4.12
7.5	28. 0	2.330	----	4.09
14.1	28. 0	2.380	----	3.52
19.1	28. 0	2.362	----	3.97
34.3	28. 0	2.379	----	3.70
39.3	28. 0	2.361	----	3.66
53.4	28. 0	2.341	----	3.24
53.5	28. 0	2.284	----	3.69
58.4	28. 0	2.353	----	4.04
58.5	28. 0	2.349	----	2.38
61.1	28. 0	2.384	----	3.40
66.1	28. 0	2.390	----	4.01
81.3	28. 0	2.385	----	3.74
86.3	28. 0	2.382	----	3.84
21.1	420. 0	2.398	----	4.02
21.4	420. 0	2.370	----	3.71
24.5	420. 0	2.380	----	4.31
26.1	420. 0	2.369	----	3.97
26.4	420. 0	2.384	----	4.22
29.5	420. 0	2.358	----	4.11
71.1	420. 0	2.365	----	4.58
71.4	420. 0	2.372	----	4.93
74.5	420. 0	2.371	----	3.61
76.1	420. 0	2.381	----	3.78
76.4	420. 0	2.351	----	3.35
79.5	420. 0	2.355	----	4.46

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
1.3	3. 3	2.360	4.76	2.34
6.3	3. 3	2.363	6.29	1.66
51.3	3. 3	2.346	5.00	2.15
56.3	3. 3	2.364	5.80	2.19
4.3	7.21	2.375	5.20	2.39
9.3	7.21	2.334	4.80	2.45
11.2	7.22	2.371	5.24	1.96
11.3	7.22	2.333	4.87	2.01
16.2	7.22	2.367	4.81	2.30
16.3	7.22	2.367	4.64	2.25
32.1	8. 0	2.374	4.65	1.97
32.4	8. 0	2.373	4.86	2.25
37.1	8. 1	2.403	4.30	1.48
37.4	8. 1	2.372	4.70	1.40
72.2	8. 1	2.349	5.45	2.33
72.3	8. 1	2.342	4.68	2.13
77.2	8. 1	2.360	6.24	2.04
77.3	8. 1	2.348	5.55	1.82
54.3	8. 2	2.370	4.60	2.28
59.3	8. 2	2.367	4.90	2.00
87.1	8. 2	2.370	4.70	2.40
87.4	8. 2	2.366	4.61	2.16
82.1	8. 3	2.354	4.59	2.43
82.4	8. 3	2.351	4.87	2.20
2.3	28. 0	2.359	----	2.53
7.3	28. 0	2.299	----	2.55
14.2	28. 0	2.390	----	2.53
19.2	28. 0	2.354	----	2.53
34.1	28. 0	2.383	----	2.55
34.4	28. 0	2.329	----	2.36
39.1	28. 0	2.367	----	2.64
39.4	28. 0	2.369	----	2.15
53.3	28. 0	2.379	----	2.53
58.3	28. 0	2.362	----	2.52
81.1	28. 0	2.368	----	3.51
81.4	28. 0	2.374	----	2.56
86.1	28. 0	2.365	----	3.10
86.4	28. 0	2.354	----	2.61
14.3	29. 0	2.375	----	2.96
19.3	29. 0	2.303	----	2.28
61.2	29. 0	2.350	----	2.77
61.3	29. 0	2.366	----	3.26
66.2	29. 0	2.375	----	3.18
66.3	29. 0	2.376	----	3.34
21.3	420. 0	2.374	----	3.33
24.3	420. 0	2.362	----	3.76
24.4	420. 0	2.374	----	3.63
26.3	420. 0	2.371	----	3.06
29.3	420. 0	2.378	----	3.38
29.4	420. 0	2.344	----	3.98
71.3	420. 0	2.377	----	2.94
74.3	420. 0	2.358	----	3.34
74.4	420. 0	2.377	----	3.84
76.3	420. 0	2.382	----	3.30
79.3	420. 0	2.381	----	3.23
79.4	420. 0	2.365	----	3.55

DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	1.23	2.337	7.25	21.48
6.2	1.23	2.347	6.65	22.73
13.1	1.23	2.327	7.34	20.14
18.1	1.23	2.335	7.17	21.39
51.2	1.23	2.361	6.92	19.27
56.2	1.23	2.377	6.92	21.26
62.1	2. 1	2.371	6.78	23.48
67.1	2. 1	2.388	6.34	23.95
4.2	6.21	2.344	6.96	28.64
9.2	6.21	2.341	6.76	27.65
54.2	6.21	2.367	7.06	27.71
59.2	6.21	2.364	7.00	29.55
11.1	6.22	2.343	6.32	28.45
16.1	6.22	2.344	7.23	28.97
72.1	6.22	2.370	6.43	29.23
77.1	6.22	2.384	6.81	30.40
2.2	28. 0	2.351	6.44	38.95
7.2	28. 0	2.334	6.00	34.99
14.1	28. 0	2.333	5.73	34.73
19.1	28. 0	2.341	5.81	38.74
53.2	28. 0	2.361	5.92	33.70
58.2	28. 0	2.377	4.64	35.77
61.1	28. 0	2.362	5.45	37.83
66.1	28. 0	2.384	5.21	36.65
3.2	119. 0	2.309	5.69	40.96
8.2	119. 0	2.319	5.74	42.74
84.2	119. 0	2.364	5.80	45.56
89.2	119. 0	2.310	6.39	39.70
21.2	420. 0	2.329	4.75	43.56
26.2	420. 0	2.327	4.93	42.48
76.2	420. 0	2.355	4.99	48.49

Wand LW 2

## SPALTZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.1	1.23	2.325	6.49	1.52
6.1	1.23	2.284	6.75	2.73
24.2	2. 0	2.331	6.58	1.77
29.2	2. 0	2.333	6.62	2.00
51.1	2. 0	2.364	6.20	1.75
56.1	2. 0	2.368	6.66	1.89
74.2	2. 1	2.360	6.83	1.83
79.2	2. 1	2.355	6.83	2.39
4.1	6.21	2.337	5.82	2.15
9.1	6.21	2.345	6.68	2.65
54.1	6.21	2.364	5.90	2.40
32.2	6.22	2.342	6.63	2.56
37.2	6.22	2.359	6.91	2.16
59.1	6.22	2.360	6.16	2.32
82.2	6.22	2.362	6.93	2.73
87.2	6.22	2.345	6.95	2.73
2.1	28. 0	2.323	4.84	3.22
7.1	28. 0	2.311	5.24	2.66
34.2	28. 0	2.348	5.85	2.48
39.2	28. 0	2.352	5.60	2.86
53.1	28. 0	2.348	5.26	2.45
58.1	28. 0	2.369	5.24	3.29
81.2	28. 0	2.348	5.71	2.86
86.2	28. 0	2.363	----	2.82
3.1	119. 0	2.305	5.06	3.16
8.1	119. 0	2.291	5.29	3.12
84.1	119. 0	2.354	5.04	3.37
89.1	119. 0	2.343	5.20	3.15
21.1	420. 0	2.306	4.58	2.34
26.1	420. 0	2.314	4.63	2.47
33.1	420. 0	2.304	4.21	2.49
33.2	420. 0	2.332	4.34	2.71
38.1	420. 0	2.327	4.37	2.81
38.2	420. 0	2.342	4.62	3.09
71.1	420. 0	2.349	4.52	2.98
76.1	420. 0	2.349	4.66	3.33
83.1	420. 0	2.322	4.37	3.39
83.2	420. 0	2.343	4.61	2.94
88.1	420. 0	2.340	4.68	3.10

Wand LW 2



## ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
13.2	3.22	2.334	4.98	1.45
18.2	3.22	2.340	5.21	1.72
24.1	4. 0	2.411	4.83	1.15
24.3	4. 0	2.262	5.39	1.24
29.1	4. 0	2.358	5.27	1.56
29.3	4. 0	2.291	5.19	1.08
62.2	4. 2	2.258	4.97	2.03
74.3	4. 2	2.372	4.89	1.50
79.3	4. 2	2.369	4.94	1.84
67.2	4. 3	2.242	5.38	1.32
74.1	4. 3	2.369	5.23	1.57
79.1	4. 3	2.375	5.23	1.50
87.3	8. 0	2.302	6.89	1.45
72.2	8. 1	2.378	5.94	1.65
77.2	8. 1	2.362	6.10	1.68
11.2	8. 3	2.364	5.90	1.63
16.2	8. 3	2.355	6.22	1.27
32.3	8. 3	2.339	5.32	1.10
32.1	8. 4	2.362	4.69	1.17
37.1	8. 4	2.358	6.23	1.23
37.3	8. 4	2.339	5.32	1.17
82.1	8. 4	2.368	4.68	1.27
82.3	8. 4	2.341	5.88	1.17
87.1	8. 4	2.370	4.87	1.07
14.2	29. 0	2.335	5.86	2.48
19.2	29. 0	2.349	5.31	2.40
34.1	29. 0	2.335	5.18	2.84
34.3	29. 0	2.337	5.09	2.15
39.1	29. 0	2.348	5.17	2.77
39.3	29. 0	2.352	4.92	2.33
61.2	29. 0	2.373	5.62	2.77
66.2	29. 0	2.367	5.93	2.78
81.1	29. 0	2.345	5.33	2.39
81.3	29. 0	2.311	6.19	2.60
86.1	29. 0	2.365	5.34	2.62
86.3	29. 0	2.350	5.34	2.96
33.3	420. 0	2.307	----	1.93
38.3	420. 0	2.311	----	2.45
83.3	420. 0	2.323	----	2.46

Wand LW 2

DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 3	2.325	5.90	22.29
6.2	2. 3	2.333	8.17	23.58
51.2	2. 3	2.329	6.97	21.26
56.2	2. 3	2.338	6.80	23.07
4.1	7. 0	2.287	5.95	0.00
4.2	7. 0	2.332	6.76	30.28
9.2	7. 0	2.331	7.05	30.41
54.2	7. 0	2.315	6.65	25.00
59.2	7. 1	2.325	6.43	27.96
16.4	7. 2	2.319	6.80	26.29
37.2	7. 2	2.320	6.61	26.27
72.4	7. 2	2.334	----	22.00
77.4	7. 2	2.349	6.83	24.10
87.2	7. 2	2.350	6.51	24.55
11.4	7. 3	2.327	7.09	27.69
32.2	7. 3	2.317	6.85	26.34
32.2	7. 3	2.337	6.80	24.07
2.2	28. 0	2.330	6.15	34.78
7.2	28. 0	2.318	6.22	34.84
14.4	28. 0	2.344	6.12	31.63
19.4	28. 0	2.329	6.29	32.74
34.2	28. 0	2.316	5.98	32.28
39.2	28. 0	2.327	6.23	34.37
53.2	28. 0	2.314	6.17	32.41
58.2	28. 0	2.327	5.54	33.00
61.4	28. 0	2.339	6.00	32.35
66.4	28. 0	2.327	6.52	28.88
81.2	28. 0	2.344	6.16	29.49
86.2	28. 0	2.354	6.24	29.94
3.2	119. 0	2.347	6.67	40.84
5.4	119. 0	2.316	6.87	36.69
8.2	119. 0	2.315	6.44	39.36
10.4	119. 0	2.331	6.21	37.93
84.2	119. 0	2.351	6.21	34.23
89.2	119. 0	2.330	6.47	33.52
95.4	119. 0	2.346	6.52	35.52
100.4	119. 0	2.345	6.34	39.10
12.2	420. 0	2.320	5.92	41.36
17.2	420. 0	2.311	6.05	42.44
24.2	420. 0	2.290	5.91	41.36
29.2	420. 0	2.315	5.91	39.93
74.2	420. 0	2.334	----	39.88
76.2	420. 0	2.345	6.13	40.06

Wand FW 2

## SPALTZUGFESTIGKEIT

\*\*\*\*\*

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm³]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm²]
6.4	2. 3	2.319	6.64	2.49
6.5	2. 3	2.334	6.53	2.33
51.4	2. 3	2.360	6.56	2.38
51.5	2. 3	2.314	6.20	2.05
56.4	2. 3	2.341	6.50	1.77
1.4	2. 4	2.328	7.03	2.28
1.5	2. 4	2.286	6.15	2.04
56.5	2. 4	2.325	6.09	1.83
4.4	7. 0	2.348	6.68	2.36
4.5	7. 0	2.307	6.03	2.69
9.4	7. 0	2.344	6.92	2.70
9.5	7. 0	2.308	6.49	2.80
54.4	7. 0	2.331	6.69	2.53
54.5	7. 0	2.310	6.23	2.23
59.4	7. 0	2.317	6.47	2.65
59.5	7. 0	2.295	6.79	2.42
16.1	7. 2	2.277	6.69	2.33
37.3	7. 2	2.312	6.53	2.79
77.1	7. 2	2.331	6.34	1.98
87.3	7. 2	2.348	6.84	2.32
11.1	7. 3	2.322	5.69	2.15
32.3	7. 3	2.318	7.52	2.80
72.1	7. 3	2.318	6.49	1.97
82.3	7. 3	2.346	6.66	2.58
2.4	28. 0	2.347	6.31	2.95
2.5	28. 0	2.276	5.36	3.28
7.4	28. 0	2.334	5.88	2.92
7.5	28. 0	2.287	6.03	2.68
14.1	28. 0	2.297	5.39	2.99
19.1	28. 0	2.465	6.07	2.78
34.3	28. 0	2.325	5.51	2.32
39.3	28. 0	2.313	5.93	2.45
53.4	28. 0	2.325	5.90	2.50
53.5	28. 0	2.308	5.40	2.14
58.4	28. 0	2.302	6.28	2.68
58.5	28. 0	2.262	6.05	2.95
61.1	28. 0	2.316	5.25	2.83
66.1	28. 0	2.337	5.61	2.54
81.3	28. 0	2.345	6.02	1.81
86.3	28. 0	2.347	6.21	2.56
3.4	119. 0	2.357	7.28	3.29
3.5	119. 0	2.316	6.47	3.22
5.1	119. 0	2.290	6.65	3.02
8.4	119. 0	2.359	6.69	2.92
8.5	119. 0	2.327	6.55	3.36
10.1	119. 0	2.303	6.10	3.00
84.4	119. 0	2.345	6.33	2.07
84.5	119. 0	2.359	6.07	2.52
89.4	119. 0	2.349	6.78	2.65
89.5	119. 0	2.345	6.24	3.52
95.1	119. 0	2.331	5.95	2.19
100.1	119. 0	2.324	5.91	3.33
12.1	420. 0	2.301	5.34	2.94
12.4	420. 0	2.299	5.51	3.21
17.1	420. 0	2.306	5.44	2.99
17.4	420. 0	2.334	6.05	2.94
24.5	420. 0	2.303	5.40	3.49
29.5	420. 0	2.315	5.46	3.13
71.1	420. 0	2.323	5.47	3.12
71.2	420. 0	2.336	6.15	2.91
74.5	420. 0	2.333	---	3.15
76.1	420. 0	2.332	5.28	3.08
76.4	420. 0	2.332	5.60	2.59
79.1	420. 0	2.325	5.95	3.23
79.2	420. 0	2.337	5.83	2.93

Wand FW 2

## ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

\*\*\*\*\*

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
1.3	4. 0	2.333	5.98	1.72
6.3	4. 0	2.318	5.59	1.69
51.3	4. 0	2.328	4.96	1.75
56.3	4. 3	2.335	5.26	1.34
9.3	7.22	2.351	6.41	2.11
11.2	7.22	2.303	5.91	1.54
11.3	7.22	2.349	7.03	1.58
72.3	7.22	2.336	6.42	1.24
77.2	7.22	2.339	6.13	1.67
82.4	7.22	2.339	6.04	1.60
32.1	8. 0	2.268	5.97	1.29
37.1	8. 0	2.285	5.70	1.16
4.3	8. 1	2.365	5.71	1.71
16.2	8. 1	2.589	6.21	1.72
16.3	8. 1	2.384	6.06	1.63
54.3	8. 1	2.338	5.79	1.69
59.3	8. 2	2.345	6.24	1.66
77.3	8. 2	2.338	6.24	1.22
87.4	8. 2	2.306	6.18	1.04
72.2	8. 3	2.350	6.04	1.22
32.4	8. 4	2.244	6.38	1.22
37.4	8. 4	2.272	5.16	1.11
82.1	8. 4	2.313	5.55	1.27
87.1	8. 4	2.325	5.77	0.84
2.3	28. 0	2.336	5.96	3.06
7.3	28. 0	2.321	6.06	2.91
14.2	28. 0	2.332	5.38	2.86
14.3	28. 0	2.333	5.56	3.12
19.2	28. 0	2.302	5.64	2.77
19.3	28. 0	2.338	5.90	2.71
34.1	28. 0	2.295	5.50	1.97
34.4	28. 0	2.296	5.21	2.57
39.1	28. 0	2.288	5.63	1.57
39.4	28. 0	2.313	4.82	2.43
53.3	28. 0	2.302	---	2.20
58.3	28. 0	2.313	6.13	2.40
61.2	28. 0	2.316	5.95	2.20
61.3	28. 0	2.321	5.83	1.98
66.2	28. 0	2.323	6.52	2.74
66.3	28. 0	2.335	5.81	2.22
81.1	28. 0	2.325	5.76	1.90
81.4	28. 0	2.329	5.78	2.21
86.1	28. 0	2.326	5.87	2.31
86.4	28. 0	2.338	5.83	2.55
3.3	119. 0	2.369	6.93	2.73
5.2	119. 0	2.327	6.26	2.31
5.3	119. 0	2.349	7.19	2.59
84.3	119. 0	2.348	6.13	2.44
95.2	119. 0	2.363	6.49	2.67
95.3	119. 0	2.353	6.29	2.99
100.2	119. 0	2.367	6.53	2.62
8.3	120. 0	2.358	6.70	2.57
10.2	120. 0	2.328	6.18	2.70
10.3	120. 0	2.352	6.20	2.62
89.3	120. 0	2.349	5.69	2.07
100.3	120. 0	2.372	5.70	2.73
12.3	420. 0	2.334	---	2.90
17.3	420. 0	2.327	---	2.68
24.3	420. 0	2.319	---	2.98
24.4	420. 0	2.326	---	3.37
29.3	420. 0	2.350	---	3.32
29.4	420. 0	2.322	---	2.93
74.3	420. 0	2.327	---	2.86
74.4	420. 0	2.331	---	2.59
76.3	420. 0	2.345	---	2.80

Wand FW 2

DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	1.23	2.261	8.10	5.67
6.2	1.23	2.258	8.14	6.26
13.1	1.23	2.277	7.97	6.46
18.1	1.23	2.278	8.45	7.73
51.2	1.23	2.298	7.76	7.93
56.2	1.23	2.302	7.76	9.09
62.1	1.23	2.299	7.83	7.73
67.1	1.23	2.306	7.80	8.38
4.2	6.22	2.287	7.43	14.90
9.2	6.22	2.288	7.48	15.62
11.1	6.22	2.298	7.47	15.30
16.1	6.22	2.321	7.73	16.76
54.2	6.22	2.314	7.65	18.61
59.1	6.22	2.305	7.37	18.42
72.1	6.22	2.319	7.43	18.39
77.1	6.22	2.320	7.79	19.71
2.2	28. 0	2.299	7.22	23.87
7.2	28. 0	2.298	7.23	24.24
14.1	28. 0	2.313	7.03	26.92
19.1	28. 0	2.305	7.32	28.43
53.2	28. 0	2.320	7.03	26.66
58.2	28. 0	2.313	8.45	29.08
61.1	28. 0	2.319	6.82	27.91
66.1	28. 0	2.321	7.13	30.07
3.2	119. 0	2.301	7.36	32.93
8.2	119. 0	2.305	7.50	31.89
84.2	119. 0	2.322	6.98	38.79
89.2	119. 0	2.326	6.97	38.79
21.2	420. 0	2.322	7.03	41.96
26.2	420. 0	2.306	6.87	45.12
71.2	420. 0	2.322	6.64	43.69
76.2	420. 0	2.335	6.79	43.17

Wand LW 3

## SPALTZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.1	1.23	2.261	7.25	0.85
6.1	1.23	2.261	7.13	0.70
51.1	1.23	2.283	7.32	0.80
56.1	1.23	2.281	7.31	1.06
24.2	2. 0	2.267	7.63	0.87
29.2	2. 0	2.273	7.44	0.79
74.2	2. 0	2.300	7.42	0.94
79.2	2. 0	2.300	7.02	0.83
4.1	6.21	2.264	7.19	1.55
9.1	6.21	2.304	7.55	1.25
32.2	6.22	2.295	7.40	2.06
37.2	6.22	2.306	7.47	2.28
54.1	6.22	2.300	7.59	1.39
59.2	6.22	2.316	7.27	1.43
82.2	6.22	2.318	7.24	2.26
87.2	6.23	2.307	7.82	1.95
2.1	28. 0	2.297	6.86	2.08
7.1	28. 0	2.300	7.11	1.97
34.2	28. 0	2.297	7.62	2.62
39.2	28. 0	2.303	7.23	2.43
53.1	28. 0	2.295	7.56	2.03
58.1	28. 0	2.306	6.97	2.63
81.2	28. 0	2.317	6.85	2.98
86.2	28. 0	2.321	7.12	2.44
3.1	119. 0	2.292	6.43	2.12
8.1	119. 0	2.311	7.39	2.17
84.1	119. 0	2.321	6.47	3.31
89.1	119. 0	2.309	6.93	2.29
21.1	420. 0	2.337	6.64	2.32
23.1	420. 0	2.298	6.95	2.18
23.2	420. 0	2.321	6.67	2.93
26.1	420. 0	2.302	6.89	3.38
28.1	420. 0	2.314	6.60	3.05
28.2	420. 0	2.303	6.92	3.50
64.1	420. 0	2.308	6.73	2.96
64.2	420. 0	2.325	6.98	4.29
69.1	420. 0	2.319	6.15	2.18
69.2	420. 0	2.321	6.67	3.40
71.1	420. 0	2.312	6.39	2.71
76.1	420. 0	2.318	6.44	3.02

Wand LW 3

# ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
67.2	1.23	2.298	7.23	0.55
18.2	2. 0	2.284	7.38	0.77
24.3	2. 1	2.268	7.20	0.30
29.1	2. 1	2.274	7.48	0.38
29.3	2. 1	2.282	7.23	0.49
74.1	2. 1	2.290	7.33	0.72
74.3	2. 1	2.297	6.66	0.63
79.1	2. 1	2.299	7.22	0.52
79.3	2. 1	2.286	7.08	0.30
13.2	2. 2	2.271	7.12	0.54
24.1	2. 2	2.273	7.60	0.49
62.2	2. 2	2.304	6.95	0.84
11.2	7.21	2.308	6.66	1.36
16.2	7.21	2.289	7.14	1.64
32.3	7.21	2.297	6.50	0.91
37.3	7.21	2.294	7.04	1.48
72.2	7.21	2.328	6.87	2.17
77.2	7.21	2.320	6.92	1.77
82.3	7.21	2.313	6.91	0.63
87.3	8. 0	2.309	6.62	0.77
37.1	8. 2	2.297	7.19	0.89
82.1	8. 2	2.312	6.67	0.92
87.1	8. 2	2.320	7.08	1.14
32.1	8. 3	2.302	6.86	1.07
39.3	29. 0	2.304	5.89	1.57
61.2	29. 0	2.312	6.73	2.74
66.2	29. 0	2.316	6.92	2.90
81.3	29. 0	2.310	6.26	1.31
86.1	29. 0	2.320	6.74	1.57
86.3	29. 0	2.310	7.70	1.80
19.2	30. 0	2.306	6.67	2.85
81.1	30. 0	2.305	5.92	1.31
14.2	33. 0	2.296	6.68	2.40
34.1	33. 0	2.293	7.06	0.97
34.3	33. 0	2.297	6.26	1.88
39.1	33. 0	2.316	6.38	1.78
23.3	420. 0	2.294	----	2.18
28.3	420. 0	2.305	----	2.15
64.3	420. 0	2.297	----	1.30
69.3	420. 0	2.312	----	2.07

Wand LW 3

DRUCKFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 3	2.267	8.08	6.37
6.2	2. 3	2.266	8.58	7.35
51.2	2. 3	2.276	7.94	7.37
56.2	2. 3	2.287	7.98	8.25
4.2	7. 2	2.297	7.95	17.93
9.2	7. 2	2.301	5.01	19.46
16.4	7. 2	2.304	8.23	17.86
54.2	7. 2	2.286	7.75	16.53
59.2	7. 2	2.317	7.72	17.44
77.4	7. 2	2.287	7.85	16.53
82.2	7. 2	2.308	8.00	18.00
87.2	7. 2	2.319	7.85	16.96
11.4	7. 3	2.294	7.73	16.63
72.4	7. 3	2.302	8.09	18.42
32.2	7. 4	2.286	8.40	18.22
37.2	7. 4	2.297	8.03	17.28
2.2	28. 0	2.289	7.59	25.16
7.2	28. 0	2.300	7.91	24.20
14.4	28. 0	2.299	7.56	25.24
19.4	28. 0	2.305	7.63	27.26
34.2	28. 0	2.309	7.43	23.98
39.2	28. 0	2.313	7.36	22.11
53.2	28. 0	2.308	6.15	23.26
58.2	28. 0	2.313	7.41	23.53
61.4	28. 0	2.286	7.48	25.24
66.4	28. 0	2.303	7.44	24.72
81.2	28. 0	2.316	7.20	24.16
86.2	28. 0	2.335	7.48	25.45
3.2	119. 0	2.302	7.65	30.21
5.4	119. 0	2.301	6.11	29.04
8.2	119. 0	2.299	7.35	31.31
10.4	119. 0	2.321	7.45	30.93
84.2	119. 0	2.319	7.09	28.26
89.2	119. 0	2.325	6.71	30.86
95.4	119. 0	2.312	6.98	29.30
100.4	119. 0	2.320	6.95	28.78
21.2	420. 0	2.293	6.40	36.40
24.2	420. 0	2.319	6.67	35.31
26.2	420. 0	2.313	5.81	38.69
29.2	420. 0	2.315	5.73	40.50
71.2	420. 0	2.322	6.24	33.83
74.2	420. 0	2.325	6.04	34.16
76.2	420. 0	2.324	5.80	36.17
79.2	420. 0	2.325	6.28	33.64

Wand FW 3



SPALTZUGFESTIGKEIT  
\*\*\*\*\*

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm^3]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm^2]
1.4	2.3	2.269	8.86	0.75
1.5	2.3	2.096	7.45	0.68
6.4	2.3	2.268	8.13	0.72
6.5	2.3	2.186	7.98	0.68
51.4	2.3	2.279	7.65	0.87
51.5	2.3	2.250	7.33	0.59
56.4	2.3	2.325	7.57	0.86
56.5	2.3	2.244	7.72	0.68
4.4	7.1	2.282	7.91	1.82
9.4	7.1	2.289	8.09	2.22
9.5	7.1	2.257	7.95	2.06
59.4	7.1	2.312	7.60	1.75
59.5	7.1	2.244	7.69	1.63
4.5	7.2	2.229	7.43	1.52
16.1	7.2	2.211	7.78	1.61
54.4	7.2	2.303	7.13	1.77
54.5	7.2	2.243	7.61	1.63
77.1	7.2	2.291	7.75	1.85
82.3	7.2	2.311	7.66	1.96
87.3	7.2	2.301	7.52	1.80
11.1	7.3	2.282	7.68	1.71
72.1	7.3	2.294	7.15	1.54
32.3	7.4	2.297	7.67	1.85
37.3	7.4	2.296	8.18	1.74
2.4	28.0	2.290	7.53	2.83
2.5	28.0	2.250	7.45	2.17
7.4	28.0	2.295	8.08	2.41
7.5	28.0	2.289	7.68	2.23
14.1	28.0	2.291	7.22	2.26
19.1	28.0	2.292	7.78	2.44
34.3	28.0	2.299	7.44	2.25
39.3	28.0	2.305	7.60	2.41
53.4	28.0	2.304	7.28	2.48
53.5	28.0	2.267	6.99	2.33
58.4	28.0	2.302	7.34	2.52
58.5	28.0	2.181	7.40	2.65
61.1	28.0	2.286	8.12	2.21
66.1	28.0	2.279	8.77	2.39
81.3	28.0	2.313	8.81	2.19
86.3	28.0	2.322	7.12	2.24
3.4	119.0	2.293	6.93	1.90
3.5	119.0	2.249	7.59	2.69
5.1	119.0	2.288	7.93	2.40
8.4	119.0	2.306	8.21	2.88
8.5	119.0	2.285	7.76	2.87
10.1	119.0	2.293	7.50	3.01
84.4	119.0	2.311	7.43	2.47
84.5	119.0	2.324	7.76	2.14
89.4	119.0	2.332	7.55	2.76
89.5	119.0	2.332	7.13	2.25
95.1	119.0	2.336	7.01	2.59
100.1	119.0	2.315	7.12	2.29
21.1	420.0	2.290	7.33	3.35
21.4	420.0	2.303	7.29	3.12
24.5	420.0	2.318	6.99	3.27
26.1	420.0	2.321	7.04	3.29
26.4	420.0	2.308	7.20	3.11
29.5	420.0	2.303	7.31	3.76
71.1	420.0	2.307	6.98	3.37
71.4	420.0	2.294	7.22	3.03
74.5	420.0	2.304	6.77	3.07
76.1	420.0	2.326	6.93	3.17
76.4	420.0	2.306	7.24	2.75
79.5	420.0	2.317	6.84	3.22

ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT  
\*\*\*\*\*

Anlage 21

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm³]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm²]
1.3	2. 3	2.254	7.70	0.60
6.3	2. 3	2.267	8.02	0.49
51.3	2. 3	2.290	8.01	0.48
56.3	2. 3	2.269	7.67	0.47
37.4	7. 0	2.289	7.48	1.51
87.1	7. 0	2.293	7.03	0.98
59.3	7. 2	2.311	7.11	1.69
37.1	7.21	2.294	7.40	1.35
4.3	7.23	2.275	7.96	1.64
11.2	7.23	2.284	7.32	1.46
11.3	7.23	2.296	7.27	1.67
16.2	7.23	2.287	7.56	1.98
16.3	7.23	2.304	7.88	1.72
32.1	7.23	2.298	7.03	0.88
77.2	7.23	2.319	7.47	1.26
9.3	8. 0	2.289	7.82	1.74
72.2	8. 0	2.309	7.11	1.40
72.3	8. 0	2.309	7.52	1.39
77.3	8. 0	2.309	7.36	1.61
82.4	8. 0	2.298	6.68	0.74
87.4	8. 0	2.286	7.05	0.80
32.4	8. 2	2.270	6.70	0.56
54.3	8. 2	2.316	7.33	1.45
82.1	8. 3	2.305	6.88	0.64
2.3	28. 0	2.287	6.60	2.64
7.3	28. 0	2.296	7.54	3.08
14.2	28. 0	2.292	9.54	2.24
14.3	28. 0	2.291	6.55	3.13
19.2	28. 0	2.295	7.38	3.10
19.3	28. 0	2.314	7.26	3.13
34.1	28. 0	2.288	6.45	1.59
34.4	28. 0	2.254	6.40	1.07
39.1	28. 0	2.296	6.84	1.38
39.4	28. 0	2.296	6.85	2.14
53.3	28. 0	2.305	6.68	2.53
58.3	28. 0	2.313	7.17	2.88
61.2	28. 0	2.298	7.21	2.48
61.3	28. 0	2.308	7.14	3.03
66.2	28. 0	2.305	7.25	1.88
66.3	28. 0	2.307	7.08	2.19
81.1	28. 0	2.302	6.39	0.52
81.4	28. 0	2.309	6.32	0.78
86.1	28. 0	2.314	6.84	1.64
86.4	28. 0	2.263	6.73	1.67
3.3	120. 0	2.283	7.39	2.07
5.2	120. 0	2.309	6.19	2.96
5.3	120. 0	2.306	8.26	3.06
8.3	120. 0	2.303	7.56	3.10
10.2	120. 0	2.319	6.48	3.05
10.3	120. 0	2.316	6.26	3.15
84.3	120. 0	2.326	6.65	2.52
89.3	120. 0	2.328	5.59	3.11
95.2	120. 0	2.332	6.12	2.45
95.3	120. 0	2.313	6.08	2.98
100.2	120. 0	2.326	5.40	2.80
100.3	120. 0	2.337	5.96	2.93
21.3	420. 0	2.288	----	3.37
24.3	420. 0	2.316	----	3.32
24.4	420. 0	2.294	----	3.56
26.3	420. 0	2.307	----	3.16
29.3	420. 0	2.303	----	3.99
29.4	420. 0	2.325	----	3.00
71.3	420. 0	2.317	----	3.15
74.3	420. 0	2.326	----	3.36
74.4	420. 0	2.306	----	3.05
76.3	420. 0	2.332	----	2.98
79.3	420. 0	2.318	----	2.74
79.4	420. 0	2.322	----	2.69

Wand FW3

DRUCKFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 0	2.250	10.40	18.61
6.2	2. 0	2.252	10.33	20.24
13.1	2. 0	2.236	9.83	18.91
51.2	2. 0	2.244	10.60	21.00
56.2	2. 0	2.258	10.61	23.09
67.1	2. 0	2.222	10.25	21.22
18.1	2. 1	2.245	9.96	19.17
62.1	2. 1	2.223	9.99	20.35
4.2	7. 0	2.245	10.04	23.74
9.2	7. 0	2.262	9.74	26.65
11.1	7. 0	2.229	9.24	23.74
16.1	7. 0	2.257	9.59	24.45
54.2	7. 3	2.217	9.82	25.94
59.2	7. 3	2.260	10.16	27.37
72.1	7. 3	2.218	9.13	25.62
77.1	7. 3	2.218	9.77	25.23
2.2	28. 0	2.209	7.94	32.02
7.2	28. 0	2.252	10.25	31.83
14.1	28. 0	2.239	8.29	32.61
19.1	28. 0	2.242	8.70	32.09
53.2	28. 0	2.224	9.46	32.48
58.2	28. 0	2.250	9.55	32.93
61.1	28. 0	2.223	8.67	32.61
66.1	28. 0	2.233	8.91	32.54
3.2	119. 0	2.261	9.89	37.10
8.2	119. 0	2.246	9.55	35.54
84.2	119. 0	2.258	9.29	35.93
89.2	119. 0	2.259	9.08	39.31
12.2	420. 0	2.227	9.10	42.65
17.2	420. 0	2.261	9.33	46.02

Wand LW 4

## SPALTZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/inn <sup>2</sup> ]
1.1	2. 0	2.230	9.76	1.78
6.1	2. 0	2.236	9.64	2.26
51.1	2. 0	2.190	10.43	2.07
56.1	2. 0	2.235	9.72	2.58
79.2	2. 1	2.251	10.17	2.28
24.2	2. 2	2.241	10.32	1.95
29.2	2. 2	2.253	10.45	2.07
74.2	2. 2	2.229	9.93	2.21
9.1	7. 0	2.248	9.60	2.25
4.1	7. 1	2.244	9.76	2.32
32.2	7. 1	2.239	9.15	1.84
37.2	7. 1	2.253	9.37	2.11
82.2	7. 1	2.231	9.82	2.48
87.2	7. 2	2.245	10.48	2.88
54.1	7. 3	2.202	9.60	2.16
59.1	7. 3	2.226	10.02	2.28
2.1	28. 0	2.193	7.32	3.21
7.1	28. 0	2.231	8.38	2.93
34.2	28. 0	2.241	8.94	2.92
39.2	28. 0	2.256	8.59	3.06
53.1	28. 0	2.194	8.07	3.13
58.1	28. 0	2.214	8.10	3.01
81.2	28. 0	2.258	7.52	3.09
86.2	28. 0	2.251	8.91	2.33
3.1	119. 0	2.240	8.58	2.68
8.1	119. 0	2.230	8.38	2.60
84.1	119. 0	2.195	8.23	3.09
89.1	119. 0	2.244	8.07	3.04
12.1	420. 0	2.223	7.93	2.97
17.1	420. 0	2.229	8.08	3.69
71.1	420. 0	2.204	8.06	3.61
76.1	420. 0	2.233	8.39	3.44

Wand LW 4

ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
13.2	2. 1	2.228	10.73	0.89
18.2	2. 1	2.225	9.39	0.97
29.1	2. 1	2.242	10.83	0.77
29.3	2. 1	2.215	10.68	0.50
67.2	2. 1	2.235	9.46	0.62
74.1	2. 1	2.197	11.72	1.32
74.3	2. 1	2.216	11.40	0.81
79.1	2. 1	2.229	11.15	1.03
24.1	2. 2	2.234	11.18	1.31
24.3	2. 2	2.199	12.06	1.08
62.2	2. 2	2.277	11.82	1.56
79.3	2. 2	2.236	11.85	1.14
11.2	8.23	2.247	8.24	2.67
32.1	8.23	2.184	6.53	2.41
32.3	8.23	2.221	7.49	2.41
72.2	8.23	2.281	9.37	2.72
77.2	8.23	2.231	9.80	2.88
82.1	8.23	2.192	7.71	2.28
87.3	8.23	2.206	8.42	2.56
16.2	9. 1	2.249	11.13	2.43
37.1	9. 1	2.221	7.55	2.23
37.3	9. 1	2.251	8.35	2.31
82.3	9. 1	2.225	7.92	2.54
87.1	9. 1	2.236	8.60	2.93
14.2	29. 0	2.230	8.70	2.82
19.2	29. 0	2.256	8.55	2.53
34.1	29. 0	2.205	7.49	2.80
34.3	29. 0	2.226	7.51	2.40
39.1	29. 0	2.232	7.73	2.32
39.3	29. 0	2.240	7.70	3.10
61.2	29. 0	2.259	8.70	2.53
66.2	29. 0	2.256	8.92	2.32
81.1	29. 0	2.192	7.75	2.55
81.3	29. 0	2.245	7.70	2.66
86.1	29. 0	2.213	8.08	1.80
86.3	29. 0	2.211	7.72	1.85

Wand LW 4

DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 0	2.371	5.89	33.19
6.2	2. 0	2.374	5.98	35.08
13.1	2. 0	2.371	5.88	33.06
18.1	2. 0	2.388	5.50	32.93
51.2	2. 0	2.377	5.68	36.43
56.2	2. 0	2.387	5.71	35.00
62.1	2. 0	2.386	5.31	37.00
67.1	2. 0	2.406	5.18	35.65
4.2	6.23	2.374	5.62	37.38
9.2	6.23	2.379	5.54	40.92
11.1	6.23	2.366	6.31	38.65
16.1	6.23	2.380	5.39	36.60
54.2	6.23	2.370	5.30	40.92
59.2	6.23	2.388	5.10	43.91
72.1	6.23	2.366	5.50	42.61
77.1	6.23	2.395	5.29	39.36
2.2	28. 0	2.370	6.14	51.08
7.2	28. 0	2.371	6.17	50.17
14.1	28. 0	2.372	7.39	49.53
19.1	28. 0	2.373	5.76	49.91
53.2	28. 0	2.380	5.97	52.90
58.2	28. 0	2.379	5.85	51.86
61.1	28. 0	2.371	5.76	50.17
66.1	28. 0	2.398	5.68	53.13
3.2	119. 0	2.355	5.83	57.58
8.2	119. 0	2.291	5.71	59.26
84.2	119. 0	2.349	6.07	56.19
89.2	119. 0	2.353	6.86	58.62
12.2	420. 0	2.361	5.31	64.56
21.2	420. 0	2.358	5.41	66.50
88.2	420. 0	2.375	5.03	68.70

Wand LW 5

## SPALTZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.1	2. 0	2.344	6.13	3.40
6.1	2. 0	2.362	6.27	3.27
13.2	2. 0	2.365	6.47	3.17
18.2	2. 0	2.381	7.49	3.05
51.1	2. 0	2.375	5.72	3.04
56.1	2. 0	2.386	6.42	2.94
62.2	2. 0	2.381	5.73	2.56
67.2	2. 1	2.384	6.23	2.63
4.1	6.23	2.363	6.02	3.72
9.1	6.23	2.365	6.22	3.61
32.2	6.23	2.380	5.61	2.85
37.2	6.23	2.386	5.94	3.27
54.1	6.23	2.374	5.98	2.70
59.1	6.23	2.384	6.01	3.32
2.1	28. 0	2.365	4.98	4.66
7.1	28. 0	2.366	5.56	4.82
34.2	28. 0	2.372	6.01	3.36
39.2	28. 0	2.351	5.50	4.04
53.1	28. 0	2.369	5.71	4.15
58.1	28. 0	2.384	5.35	3.85
81.2	28. 0	2.353	5.92	4.19
86.2	28. 0	2.351	5.60	3.60
3.1	119. 0	2.353	5.16	4.36
8.1	119. 0	2.360	5.28	4.75
84.1	119. 0	2.351	5.10	5.15
89.1	119. 0	2.370	5.02	5.43
12.1	420. 0	2.352	4.17	3.99
21.1	420. 0	2.342	4.91	3.60
29.1	420. 0	2.357	4.37	4.30
29.2	420. 0	2.360	5.70	4.64
38.1	420. 0	2.373	4.91	4.15
38.2	420. 0	2.381	5.07	4.41
82.1	420. 0	2.350	4.92	4.11
83.1	420. 0	2.358	4.56	3.90
83.2	420. 0	2.349	5.24	4.59
87.1	420. 0	2.368	4.97	4.80
88.1	420. 0	2.385	4.72	3.66

Wand LW 5

# ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
11.2	7. 2	2.374	5.92	3.22
16.2	7. 2	2.368	7.49	2.90
32.1	7. 2	2.365	5.43	2.82
32.3	7. 2	2.376	5.25	2.47
37.1	7. 2	2.390	5.68	2.83
72.2	7. 2	2.374	5.52	3.16
77.2	7. 2	2.370	5.47	3.13
37.3	8. 0	2.371	5.27	2.94
14.2	29. 0	2.382	5.94	2.07
19.2	29. 0	2.383	4.89	3.42
39.1	29. 0	2.380	5.05	3.49
39.3	29. 0	2.377	5.02	3.40
61.2	29. 0	2.373	5.42	3.37
86.1	29. 0	2.368	4.59	2.96
34.1	30. 0	2.371	4.93	3.14
34.3	30. 0	2.356	4.99	2.84
66.2	30. 0	2.394	5.61	3.15
81.1	30. 0	2.351	5.17	2.98
81.3	30. 0	2.335	5.11	2.70
86.3	30. 0	2.358	5.13	2.59
3.3	119. 0	2.331	4.90	0.00
8.3	119. 0	2.344	5.11	0.00
89.3	119. 0	2.345	4.91	0.00
29.3	420. 0	2.351	4.79	3.11
38.3	420. 0	2.361	4.34	3.36
83.3	420. 0	2.345	4.61	2.72

Wand LW 5



## DRUCKFESTIGKEIT

=====

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Druckfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.2	2. 4	2.387	6.22	34.62
6.2	2. 4	2.363	5.78	30.47
51.2	2. 4	2.360	5.52	33.77
56.2	2. 4	2.359	5.42	30.86
4.2	7. 0	2.366	5.66	35.73
11.4	7. 0	2.361	5.44	39.67
9.2	7. 1	2.371	5.42	40.32
16.4	7. 1	2.371	5.52	37.73
32.2	7. 2	2.358	5.51	38.12
37.2	7. 2	2.336	5.56	34.36
54.2	7. 2	2.361	5.39	38.97
59.2	7. 2	2.379	5.04	38.89
72.4	7. 3	2.391	5.23	37.80
77.4	7. 3	2.370	5.35	36.11
2.2	28. 0	2.377	5.59	46.06
7.2	28. 0	2.374	5.67	45.41
14.4	28. 0	2.385	5.90	45.90
19.4	28. 0	2.378	5.95	43.73
34.2	28. 0	2.353	5.74	39.28
39.2	28. 0	2.345	5.88	40.32
53.2	28. 0	2.357	5.89	44.77
58.2	28. 0	2.386	5.75	48.49
61.4	28. 0	2.350	5.93	39.93
66.4	28. 0	2.338	5.78	40.76
81.2	28. 0	2.346	5.95	39.54
86.2	28. 0	2.374	6.05	45.25
66.3	29. 0	2.338	5.56	40.76
3.2	119. 0	2.374	5.92	45.51
8.2	119. 0	2.377	5.54	45.12
42.4	119. 0	2.371	5.92	46.67
48.2	119. 0	2.392	6.16	48.07
84.2	119. 0	2.389	6.10	49.65
89.2	119. 0	2.366	4.64	48.59
92.4	119. 0	2.365	6.06	48.23
98.4	119. 0	2.350	6.74	41.44
41.2	420. 0	2.383	5.60	63.15
43.2	420. 0	2.380	5.74	62.37
46.2	420. 0	2.364	5.57	61.58
49.2	420. 0	2.377	5.74	65.08
94.2	420. 0	2.367	5.97	62.75
96.2	420. 0	2.376	5.64	63.14

Wand FW 5

SPALTZUGFESTIGKEIT

Anlage 29

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Spaltzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
1.3	2.3	2.374	5.54	3.29
1.4	2.3	2.377	5.95	2.93
1.5	2.3	2.316	5.47	3.03
6.3	2.3	2.353	5.83	2.90
6.4	2.3	2.362	5.50	3.00
6.5	2.3	2.340	5.55	2.57
51.3	2.3	2.362	6.12	2.84
51.4	2.3	2.355	6.06	3.16
51.5	2.3	2.348	5.66	2.79
56.3	2.4	2.352	5.65	2.86
56.4	2.4	2.344	5.85	3.21
56.5	2.4	2.333	5.64	3.00
4.4	7.2	2.376	5.63	3.37
4.5	7.2	2.333	5.38	3.79
9.4	7.2	2.373	6.24	3.61
9.5	7.2	2.362	5.83	3.36
11.1	7.2	2.350	7.09	3.73
16.1	7.2	2.350	5.91	3.85
37.3	7.2	2.340	5.86	2.81
54.4	7.2	2.361	6.77	3.49
54.5	7.2	2.322	5.34	3.18
59.4	7.2	2.388	5.80	3.25
59.5	7.2	2.357	5.32	2.86
32.3	7.3	2.356	5.89	2.79
72.1	7.3	2.346	5.45	3.61
77.1	7.3	2.358	6.21	3.86
2.4	28.0	2.367	5.73	3.91
2.5	28.0	2.317	5.37	4.21
7.4	28.0	2.369	6.56	3.66
7.5	28.0	2.342	5.03	3.16
14.1	28.0	2.348	5.41	3.27
19.1	28.0	2.365	5.78	3.07
34.3	28.0	2.331	5.71	3.74
39.3	28.0	2.348	5.99	2.45
53.4	28.0	2.358	5.75	3.61
53.5	28.0	2.334	5.06	3.43
58.4	28.0	2.382	5.66	3.73
58.5	28.0	2.336	5.47	3.77
61.1	28.0	2.345	5.78	4.35
66.1	28.0	2.374	4.81	3.61
81.3	28.0	2.347	5.73	3.27
86.3	28.0	2.363	5.68	3.44
3.4	119.0	2.373	6.73	3.96
3.5	119.0	2.355	5.83	4.05
8.4	119.0	2.309	5.87	3.52
8.5	119.0	2.378	5.37	2.68
42.1	119.0	2.361	5.71	3.87
48.1	119.0	2.376	5.29	4.08
84.4	119.0	2.369	5.95	4.09
84.5	119.0	2.264	5.59	3.77
89.4	119.0	2.377	5.77	3.99
89.5	119.0	2.340	5.28	3.55
92.1	119.0	2.354	5.44	4.14
98.1	119.0	2.356	5.39	4.01
41.1	420.0	2.376	---	3.80
41.4	420.0	2.348	5.20	4.59
43.5	420.0	2.363	5.59	4.22
46.1	420.0	2.358	5.17	3.53
46.4	420.0	2.351	5.28	3.70
49.5	420.0	2.367	5.28	2.85
91.1	420.0	2.346	5.51	3.70
91.2	420.0	2.347	5.63	4.34
94.1	420.0	2.368	5.25	4.96
94.4	420.0	2.370	5.27	4.39
96.5	420.0	2.348	5.56	4.75
99.1	420.0	2.355	5.20	4.82
99.2	420.0	2.352	5.36	4.57

Hand FW 5

# ZENTRISCHE ZUGFESTIGKEIT

Anlage 30

Bohrkern-Nr	Betonalter [d.h]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	Wassergehalt [%]	Zentr. Zugfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]
37.1	7.21	2.337	5.61	2.93
37.4	7.21	2.312	5.60	2.75
59.3	7.21	2.380	5.48	2.70
72.2	7.21	2.361	5.40	2.81
72.3	7.21	2.364	5.38	2.44
11.2	7.23	2.374	5.63	3.24
32.1	7.23	2.337	5.17	2.57
32.4	7.23	2.318	5.18	2.75
77.2	7.23	2.365	5.38	3.30
77.3	7.23	2.120	5.78	3.20
9.3	8. 0	2.372	5.69	3.45
11.3	8. 0	2.365	5.61	3.09
54.3	8. 0	2.350	5.43	2.99
4.3	8. 3	2.370	5.50	3.43
16.2	8. 3	2.349	5.63	3.39
16.3	8. 3	2.369	5.85	3.38
86.4	28. 0	35.773	5.14	2.20
2.3	29. 0	2.371	4.34	3.03
14.2	29. 0	2.374	5.24	3.12
19.2	29. 0	2.362	4.54	3.26
34.4	29. 0	2.355	5.35	1.24
39.4	29. 0	2.325	5.29	2.94
53.3	29. 0	2.351	5.42	3.47
58.3	29. 0	2.374	4.53	3.05
66.2	29. 0	2.360	5.49	3.18
81.1	29. 0	2.343	5.25	2.91
81.4	29. 0	2.367	5.10	2.07
86.1	29. 0	2.351	5.33	2.75
7.3	30. 0	2.383	5.40	3.47
14.3	30. 0	2.368	5.08	3.37
19.3	30. 0	2.376	5.03	3.00
34.1	30. 0	2.331	5.01	2.72
39.1	30. 0	2.355	4.61	3.11
61.2	30. 0	2.341	5.40	2.98
61.3	30. 0	2.356	5.60	3.19
3.3	119. 0	2.369	5.75	3.29
8.3	120. 0	2.371	5.94	3.58
42.2	120. 0	2.361	5.69	3.40
42.3	120. 0	2.370	5.44	2.87
48.3	120. 0	2.380	5.59	3.89
48.4	120. 0	2.379	5.64	3.50
84.3	120. 0	2.374	5.38	3.19
89.3	120. 0	2.368	5.70	3.47
92.2	120. 0	2.356	5.41	3.09
92.3	120. 0	2.355	5.34	3.24
98.2	120. 0	2.383	5.95	3.22
98.3	120. 0	2.387	5.55	3.46
41.3	420. 0	2.390	5.79	4.09
43.3	420. 0	2.370	5.63	3.70
43.4	420. 0	2.388	5.76	3.24
46.3	420. 0	2.343	5.42	3.30
49.3	420. 0	2.374	5.57	3.38
49.4	420. 0	2.380	5.09	3.64
94.3	420. 0	2.368	5.21	3.59
96.3	420. 0	2.378	5.18	3.77
96.4	420. 0	2.368	5.55	3.12

SPALTZUGFESTIGKEIT  
=====

Bohrkern-Nr.	Betonalter (d.h)	Rohdichte (kg/dm <sup>3</sup> )	Spaltzugfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )
3	28,0	2,18	2,67
8	28,0	2,19	2,48
63	28,0	2,19	2,68
68	28,0	2,19	2,80
1	90,0	2,22	3,80
6	90,0	2,21	3,53
61	90,0	2,23	3,54
66	90,0	2,24	3,75

Wand FW 6

Proben- alter	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der Laborwand					Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand				
(Tage)	$\beta_{W150}$	$\beta_{SZ150}$	$\beta_{SZ100}$	$\beta_{SZ10 \times 15}$	$\beta_{ZZ100}$	$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$		$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$	
							außen	innen	außen	innen		außen	innen	außen	innen
2	20	2,2	1,8	2,1	1,7	37	2,8	3,4	1,5	1,8	37	3,1	3,0	-	2,1
7	32	2,4	2,3	2,8	2,0	44	3,3	3,8	2,0	1,8	43	3,1	3,3	2,1	2,1
28	38	2,7	2,7	3,0	2,0	49	3,5	3,9	2,5	2,2	48	3,5	3,8	3,7	2,7
119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	4,1	4,1	3,4	3,5

Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in  $N/mm^2$  für Wandpaar LW 1/ FW 1

Proben- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der Laborwand					Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand				
	$\beta_{W150}$	$\beta_{SZ150}$	$\beta_{SZ100}$	$\beta_{SZ10 \times 15}$	$\beta_{ZZ100}$	$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$		$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$	
							außen	innen	außen	innen		außen	innen	außen	innen
2	19	1,9	1,4	2,1	1,4	22	2,0	2,0	1,4	1,6	22	2,1	2,2	-	1,6
7	35	2,7	2,2	2,9	1,7	29	2,4	2,5	1,2	1,6	24	2,3	2,6	1,1	1,5
28	46	2,6	2,9	3,0	2,4	37	2,9	2,8	2,6	2,6	32	2,8	2,5	1,9	2,6
119	42	3,0	3,8	2,9	2,8	42	3,2	-	-	-	37	3,1	2,7	-	2,6
420	-	-	-	-	-	45	2,9	2,9	2,3	-	41	3,1	2,9	-	2,9

Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in N/mm<sup>2</sup> für Wandpaar LW 2/ FW 2

Proben- alter	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der Laborwand					Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand				
	$\beta_{W150}$	$\beta_{SZ150}$	$\beta_{SZ100}$	$\beta_{SZ10 \times 15}$	$\beta_{ZZ100}$	$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$		$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$	
(Tage)							außen	innen	außen	innen		außen	innen	außen	innen
2	6	0,6	0,4	0,5	0,2	7	0,8	0,9	0,5	0,7	7	0,7	0,8	-	0,5
7	18	1,5	1,4	1,3	0,6	17	1,4	2,0	1,0	1,7	18	1,7	1,9	1,0	1,4
28	32	2,4	2,3	2,6	1,6	27	2,2	2,6	1,5	2,7	24	2,3	2,4	1,3	2,4
119	39	2,8	2,6	3,8	2,3	36	2,5	-	-	-	30	2,5	2,5	-	2,8
420	-	-	-	-	-	43	2,7	3,5	1,9	-	36	3,3	3,0	-	3,2

Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in  $\text{N/mm}^2$  für Wandpaar LW 3/ FW 3

Proben- alter	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der Laborwand ( im Freien gelagert)				
	B <sub>w150</sub>	B <sub>SZ150</sub>	B <sub>SZ100</sub>	B <sub>SZ10x15</sub>	B <sub>ZZ100</sub>	B <sub>D</sub>	B <sub>SZ</sub>		B <sub>ZZ</sub>	
(Tage)							außen	innen	außen	innen
2	-	-	-	-	-	20	2,2	2,1	1,0	1,0
7	29	2,1	1,9	2,1	2,1	25	2,2	2,3	2,5	2,7
28	37	2,4	2,4	2,5	2,1	32	3,1	2,8	2,4	2,5
119	37	2,2	2,9	2,8	2,3	37	2,8	-	-	-
420	-	-	-	-	-	44	3,4	-	-	-

Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in N/mm<sup>2</sup> für die Wand LW 4  
( diese Wand wurde im Freien gelagert)

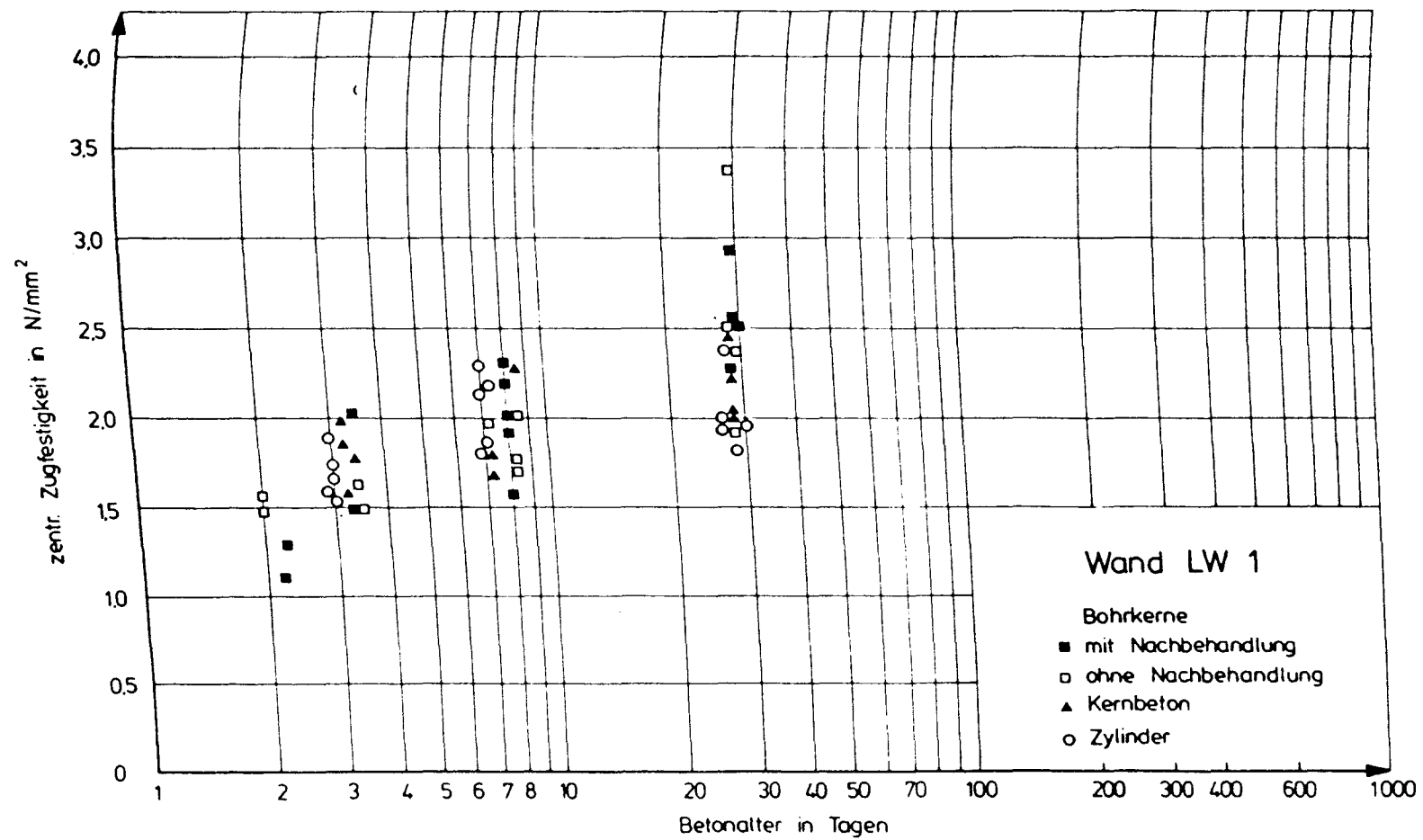


Proben- alter	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der Laborwand					Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand				
(Tage)	$\beta_{W150}$	$\beta_{SZ150}$	$\beta_{SZ100}$	$\beta_{SZ10 \times 15}$	$\beta_{ZZ100}$	$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$		$\beta_D$	$\beta_{SZ}$		$\beta_{ZZ}$	
							außen	innen	außen	innen		außen	innen	außen	innen
2	27	2,3	2,4	2,4	-	35	3,2	2,8	-	-	32	2,8	3,0	-	-
7	45	2,9	3,0	3,0	-	40	3,3	3,1	2,8	3,1	38	3,5	3,2	2,7	3,1
28	49	3,4	3,5	2,9	2,9	51	4,4	3,8	3,0	3,0	43	3,6	3,5	2,9	2,9
119	56	3,3	3,7	3,9	2,5	57	4,9	-	-	-	47	3,8	3,9	-	3,3
420	-	-	-	-	-	67	4,1	4,5	3,1	-	63	4,1	4,3	-	3,5

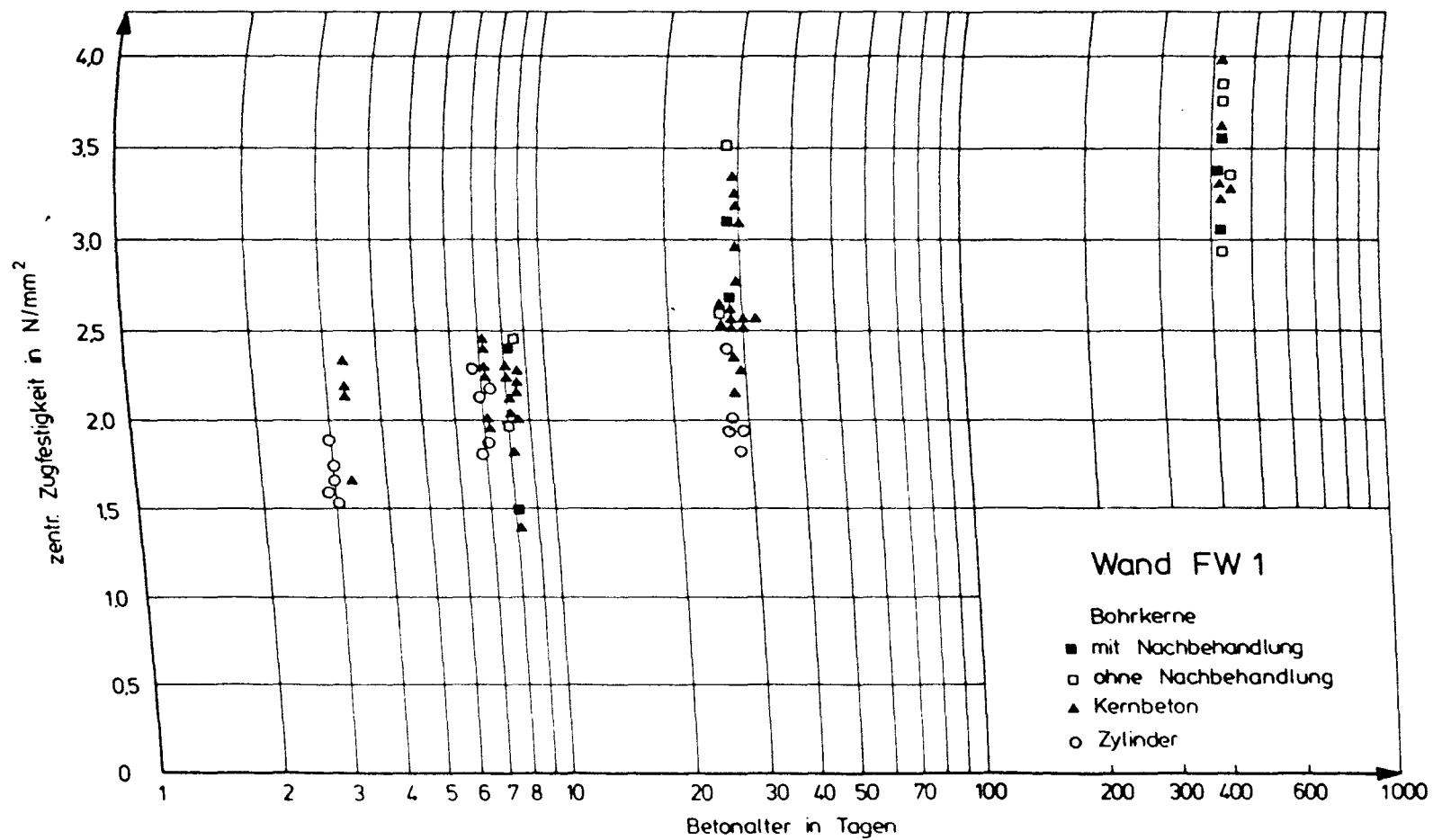
Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in  $N/mm^2$  für Wandpaar LW 5/ FW 5

Proben- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben					Bohrkerne der im Freien gelagerten Wand			
	$\beta_{W150}$	$\beta_{SZ150}$	$\beta_{SZ100}$	$\beta_{SZ10 \times 15}$	$\beta_{ZZ100}$	$\beta_D$	$\beta_{SZ}$	$\beta_{ZZ}$	
								außen	innen
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	28	1,8	2,0	-	-	-	-	-	-
28	33	2,5	2,1	-	-	-	2,7	-	-
90	38	2,9	2,4	-	2,4	-	3,6	-	-
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-

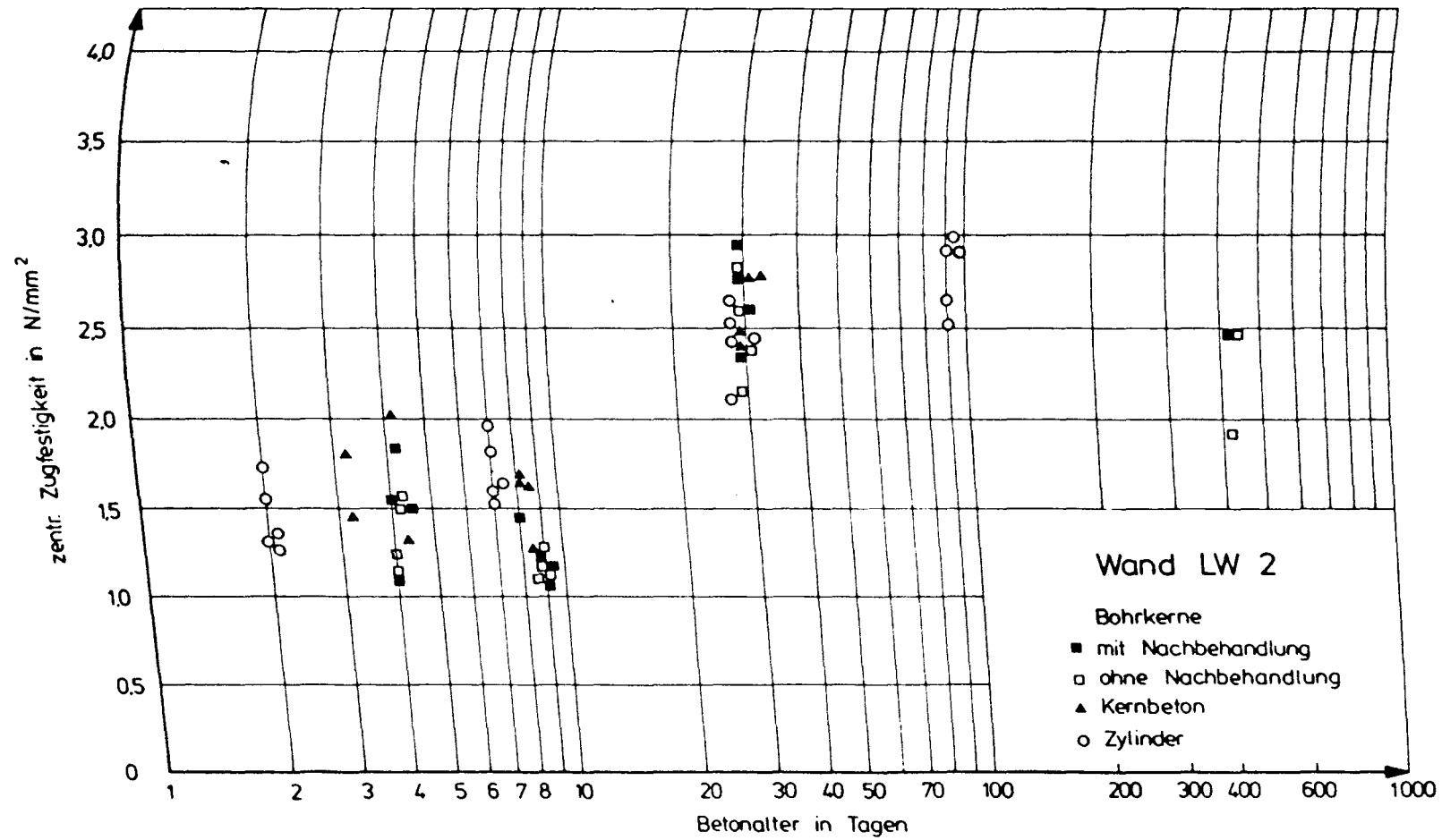
Mittelwerte der Festigkeitsergebnisse in  $N/mm^2$  für die Wand FW 6



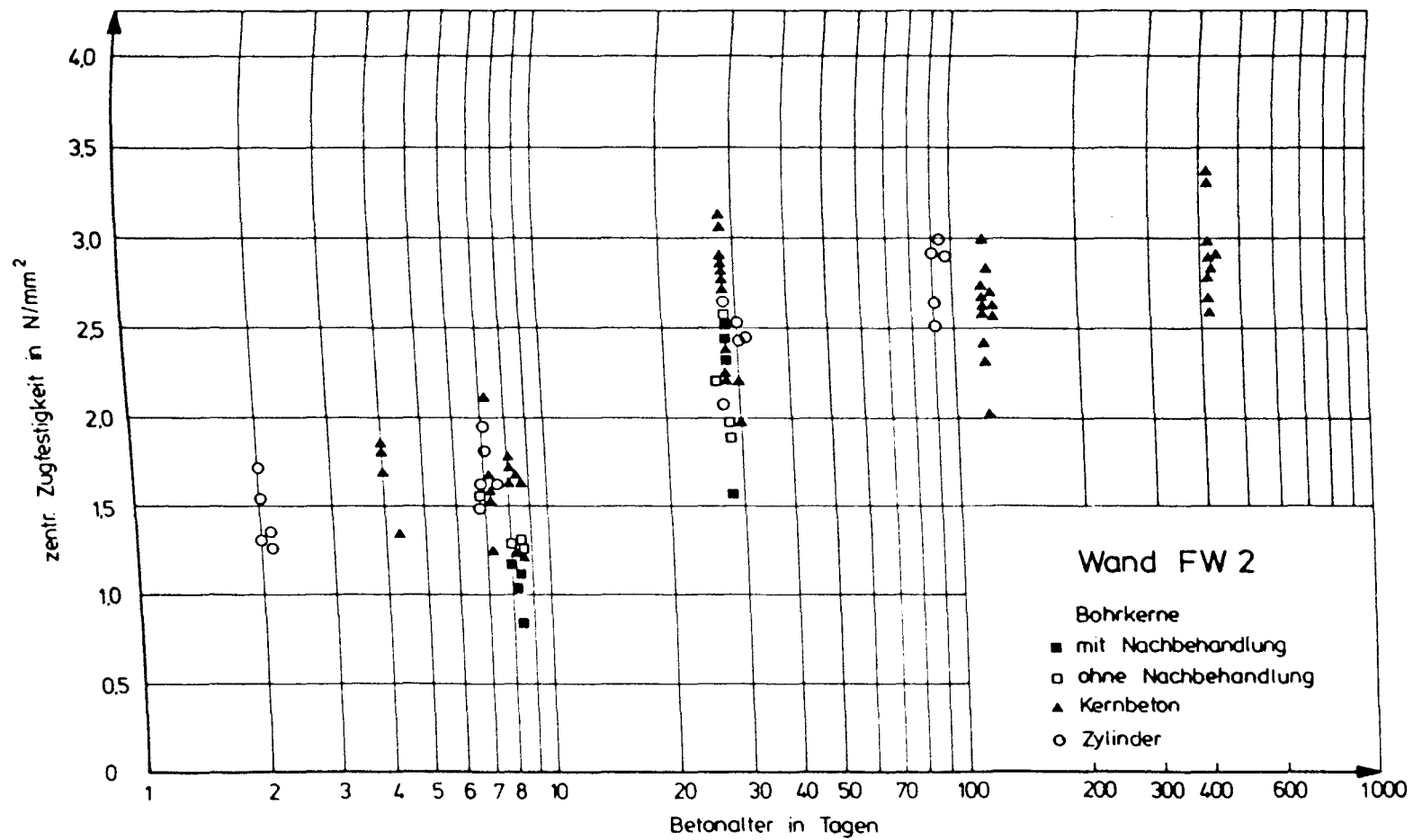
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand LW 1



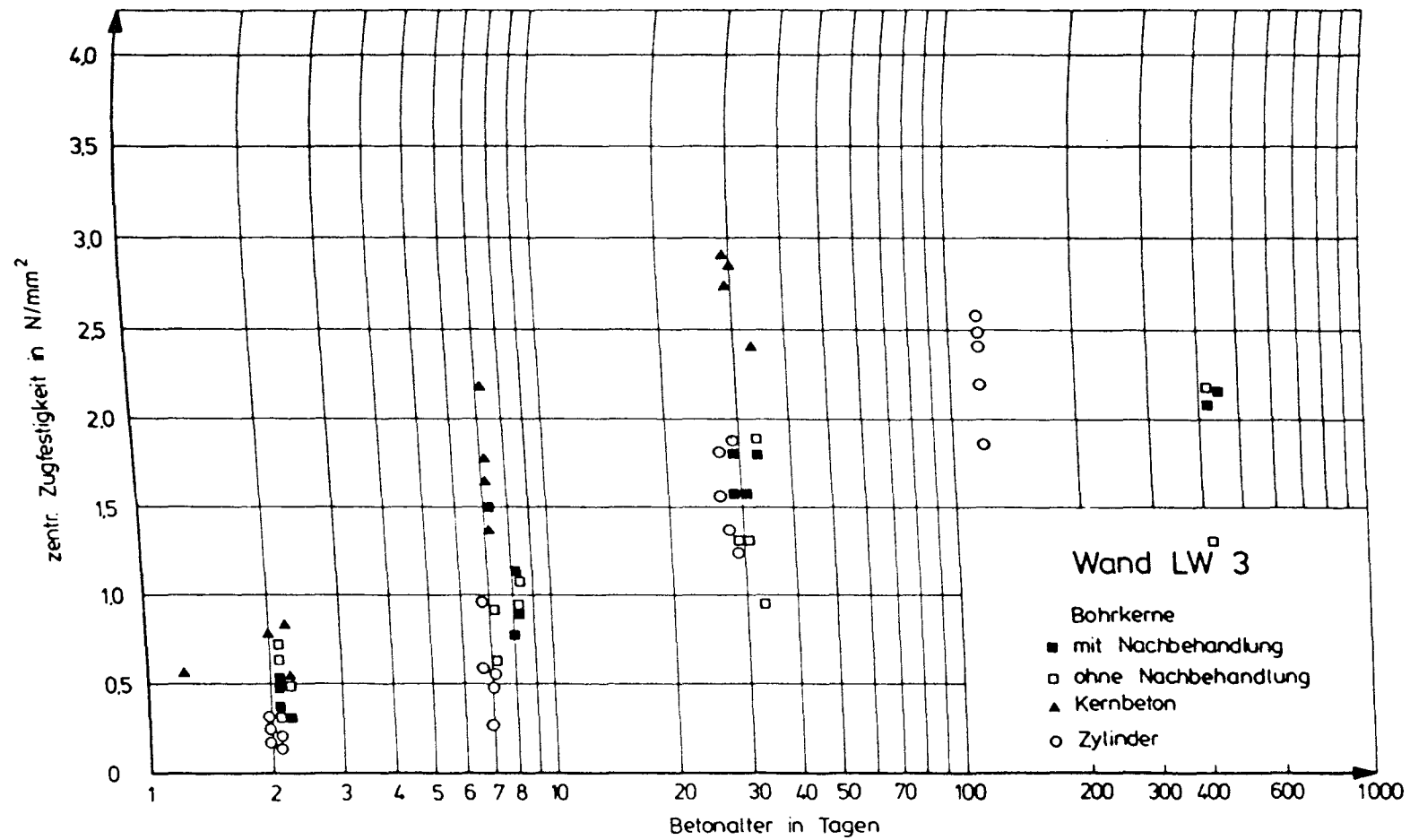
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand FW 1



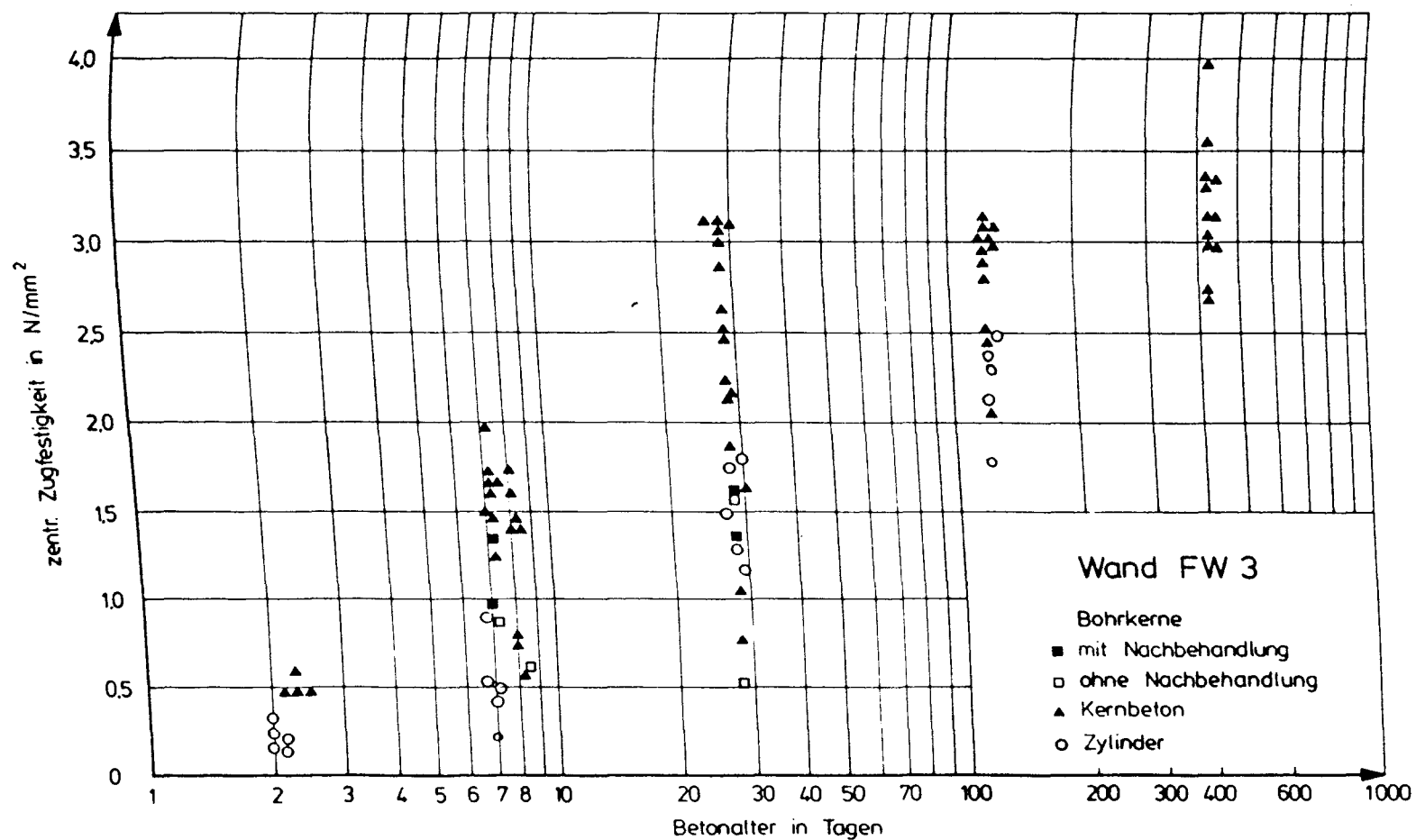
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand LW 2



Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand FW 2

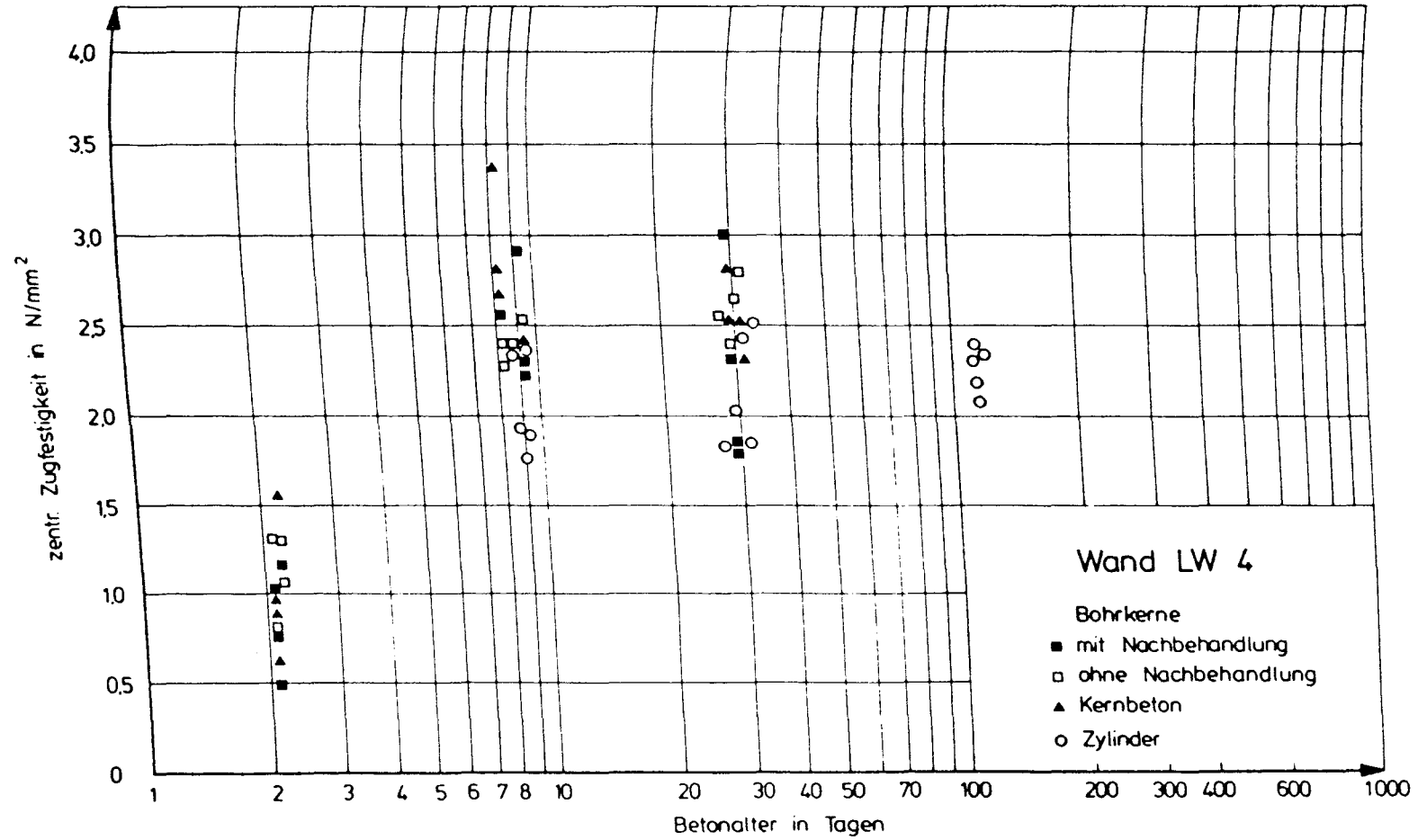


Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand LW 3

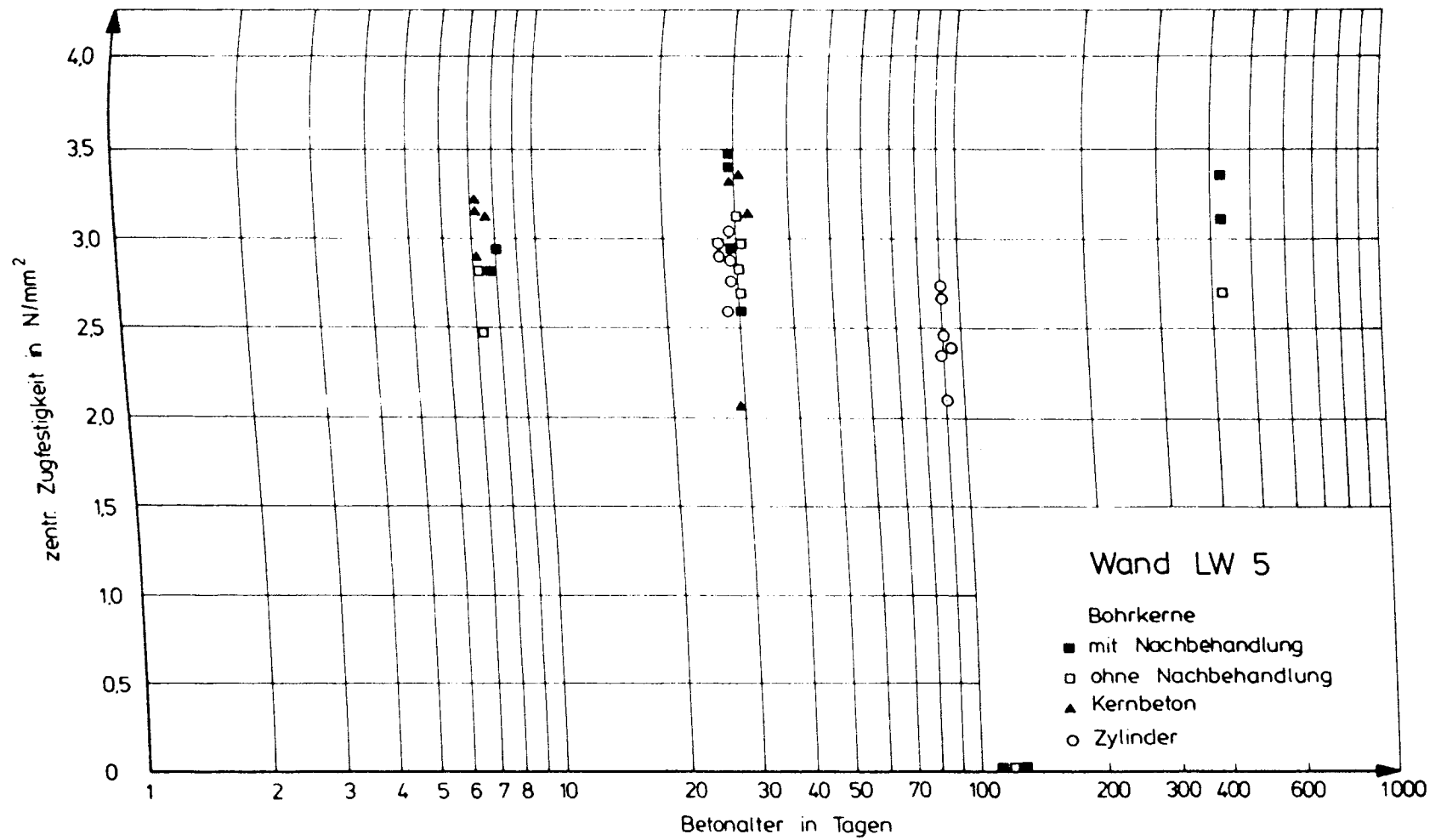


Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand FW 3

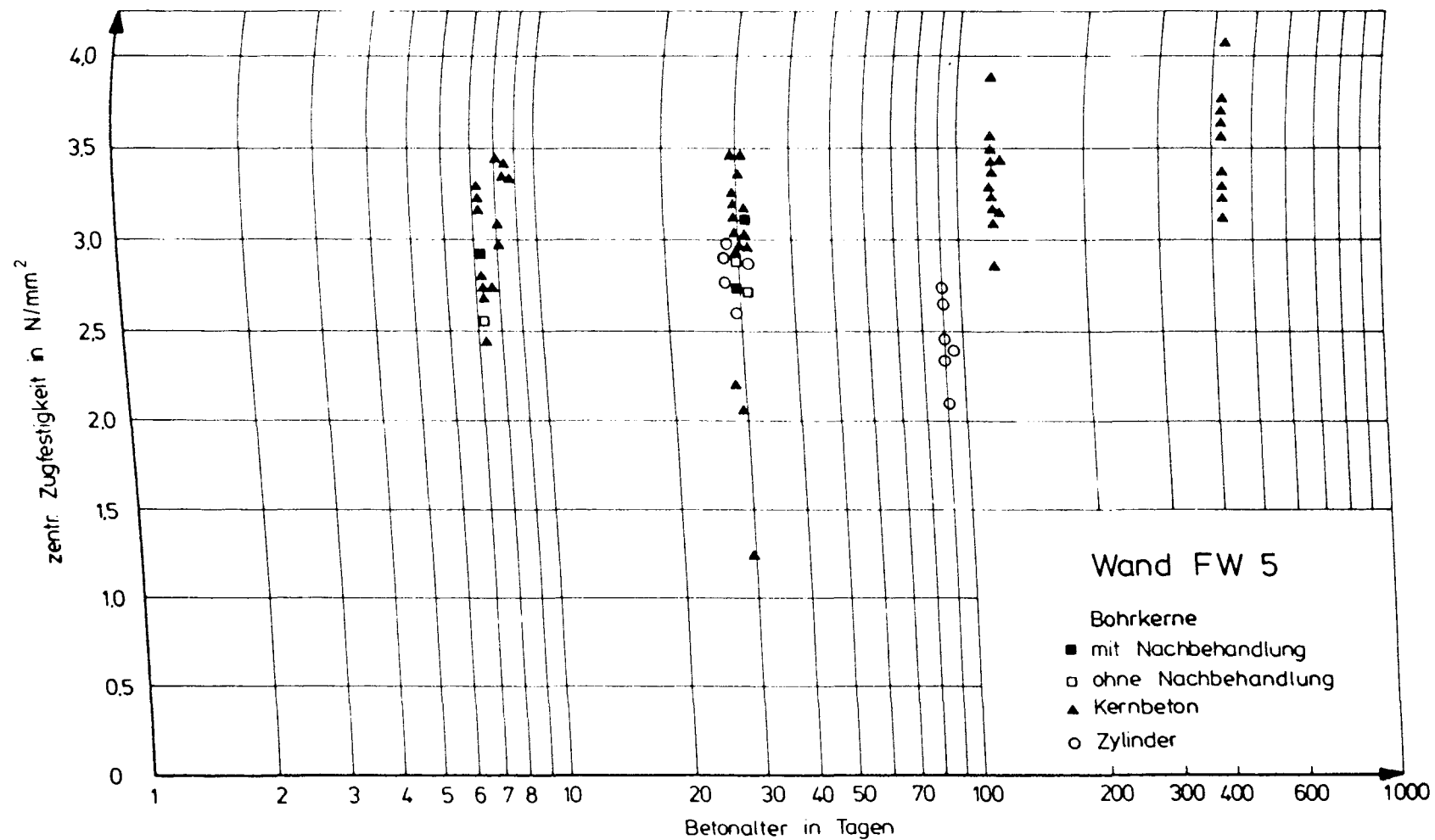




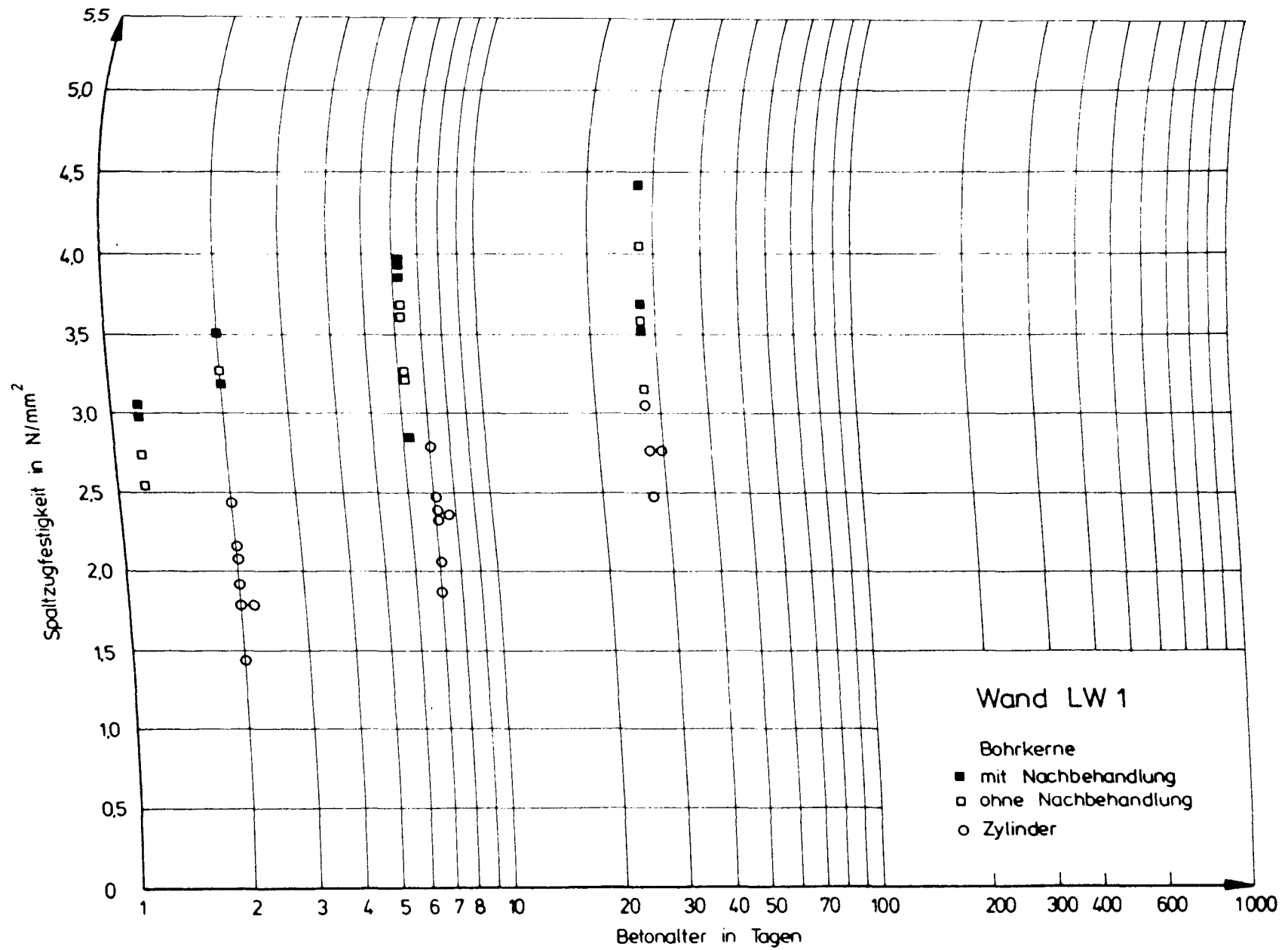
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand LW 4



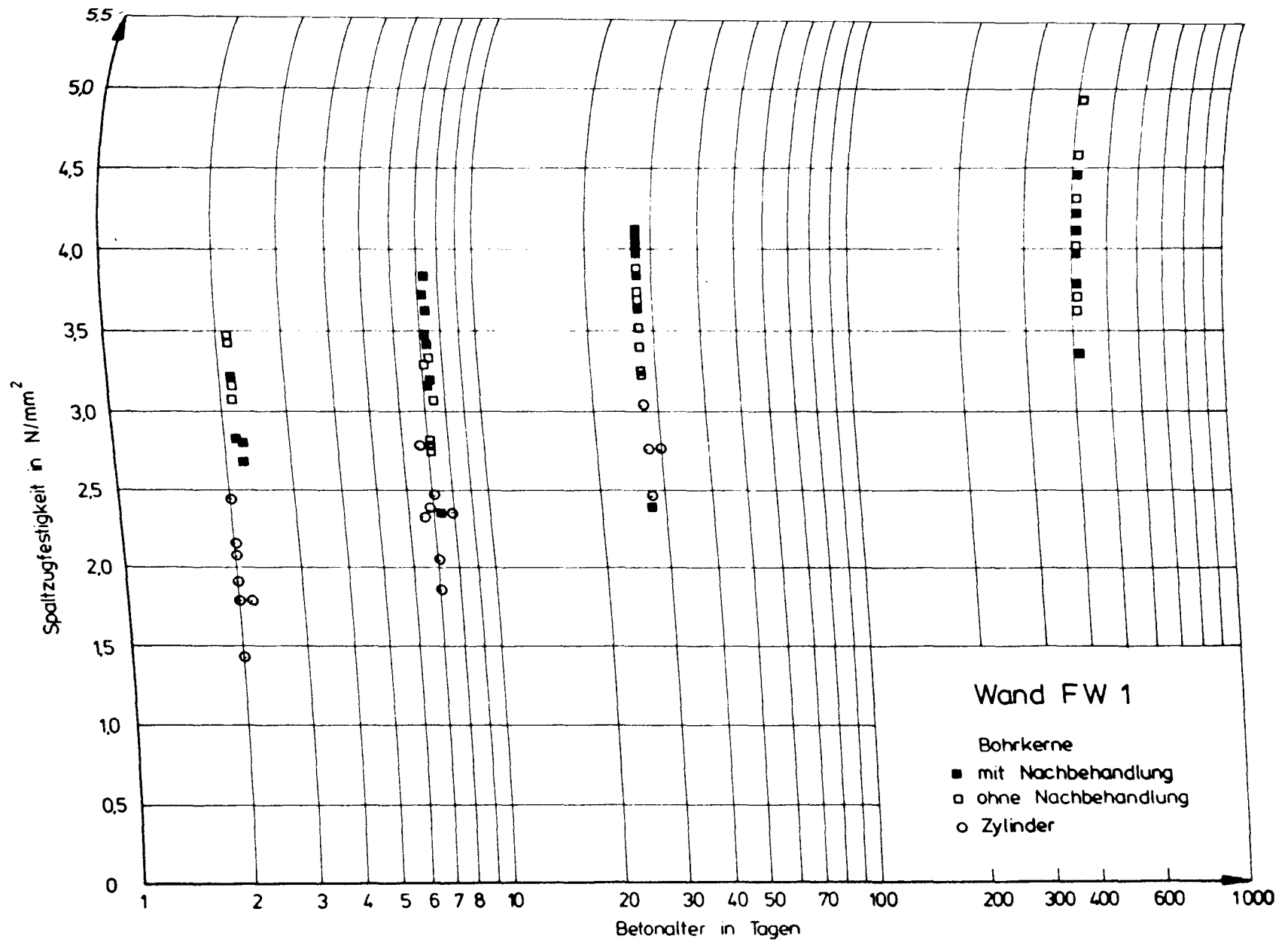
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand LW 5



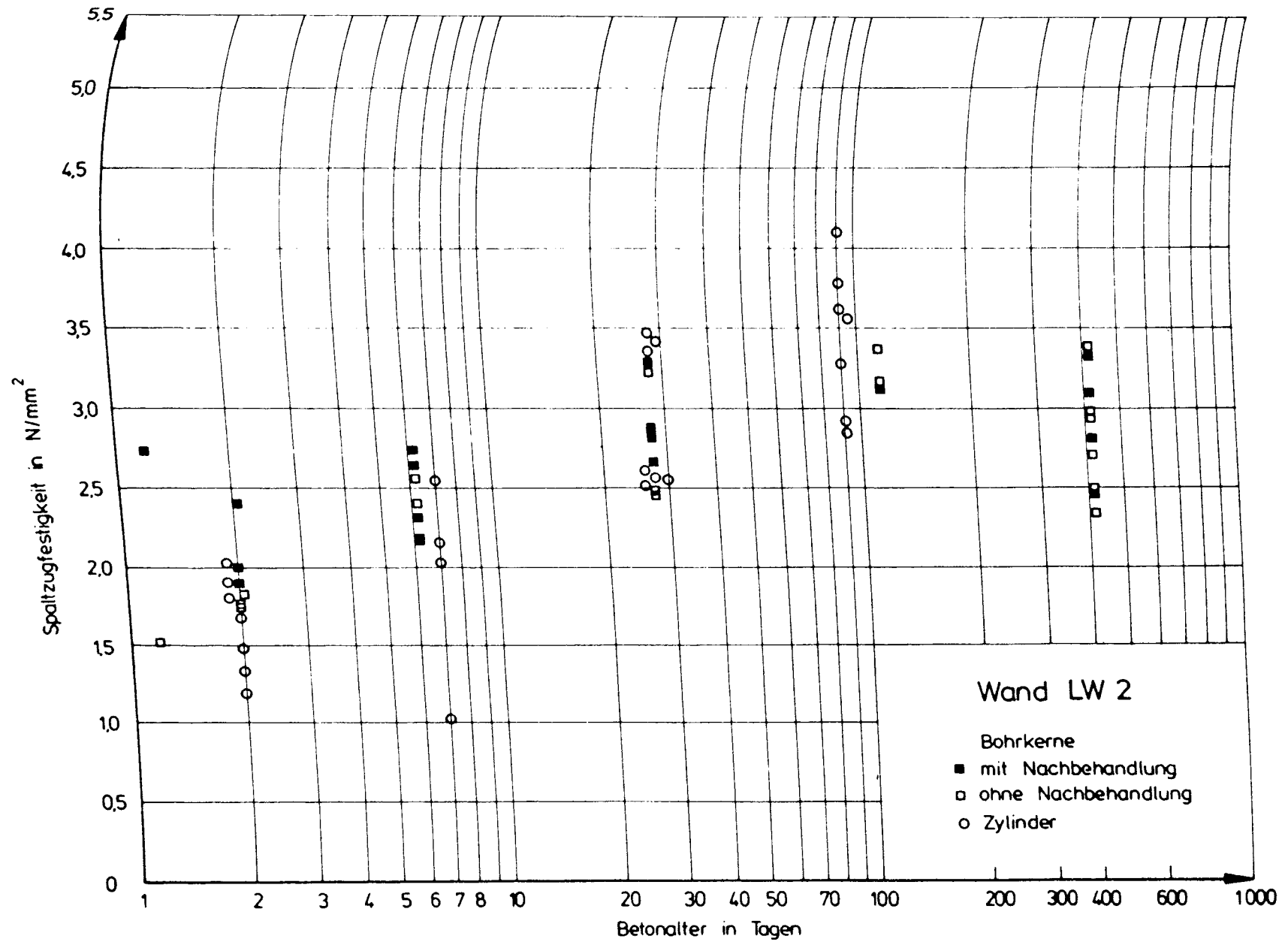
Zeitliche Entwicklung der zentrischen Zugfestigkeit von Wand FW 5



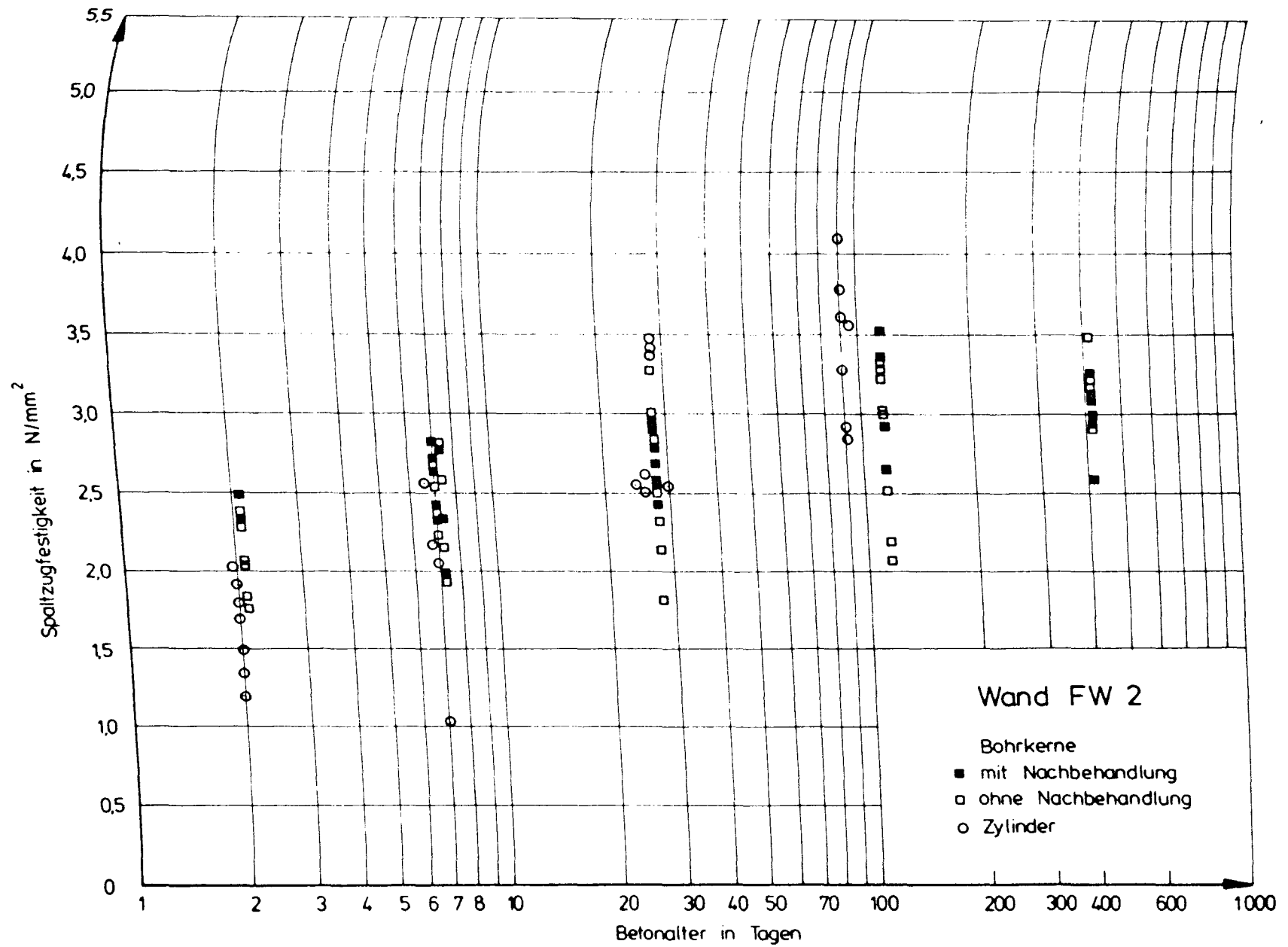
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand LW 1



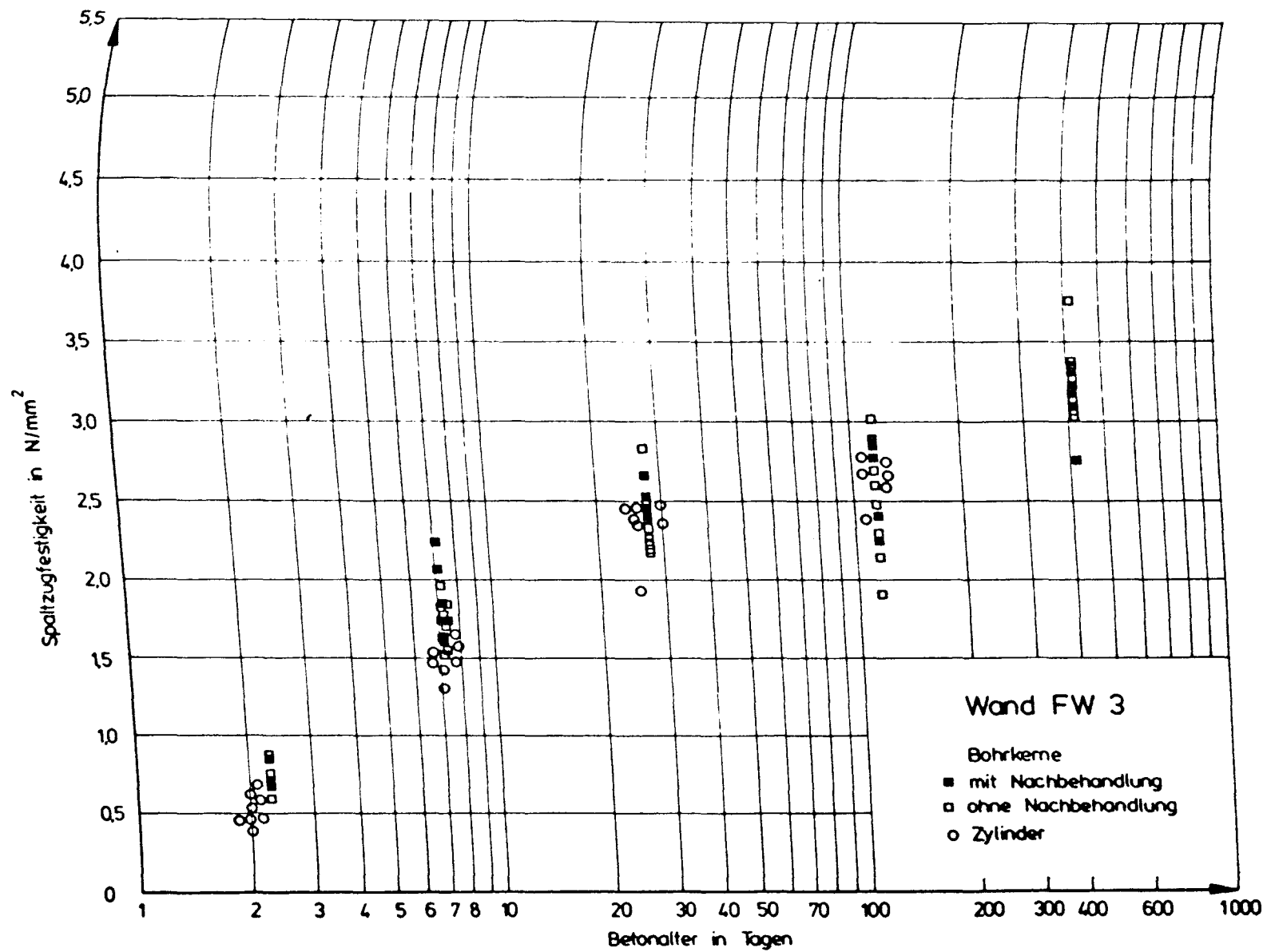
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand FW 1



Zeitlich Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand LW 2

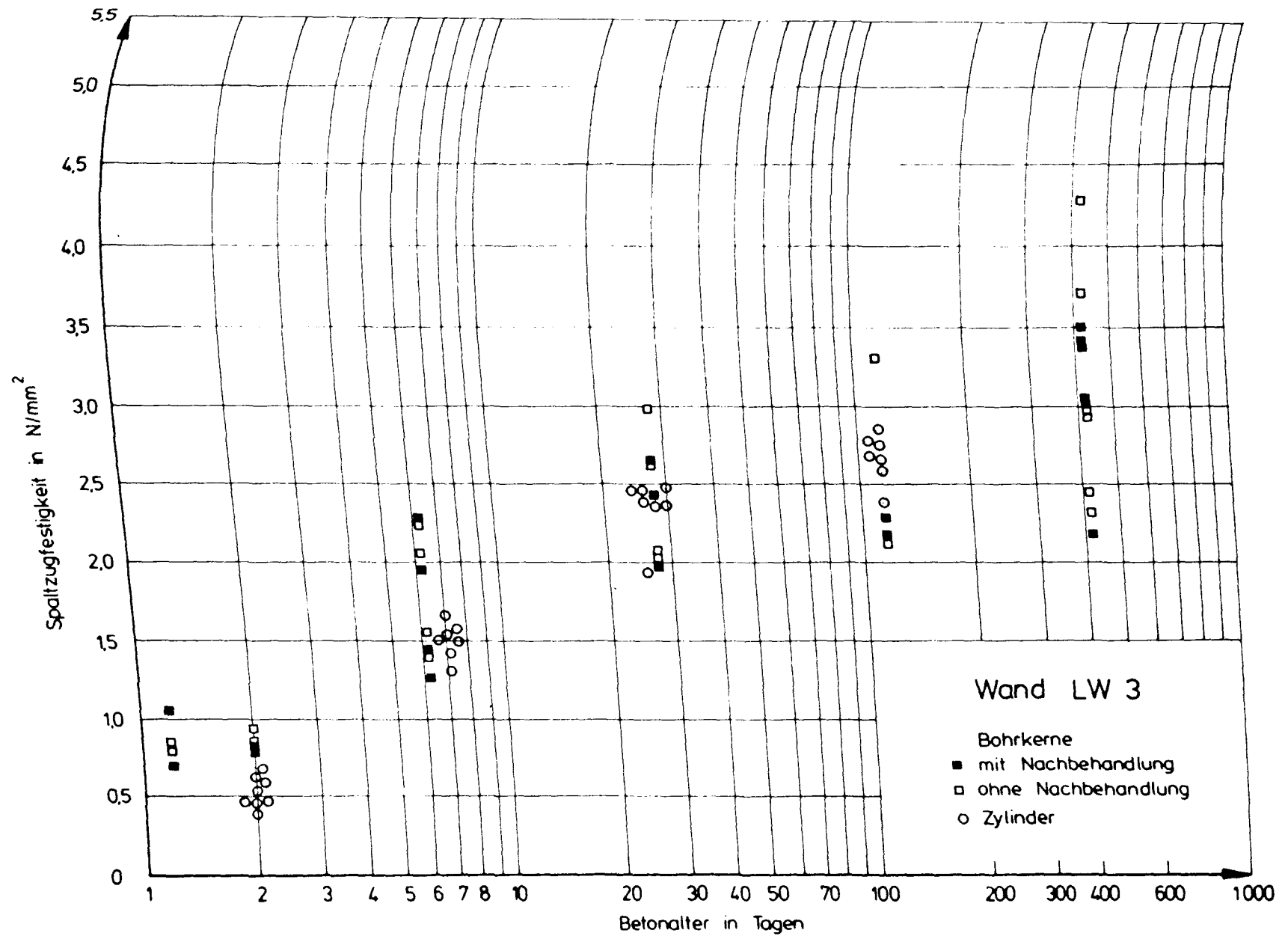


Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand FW 2

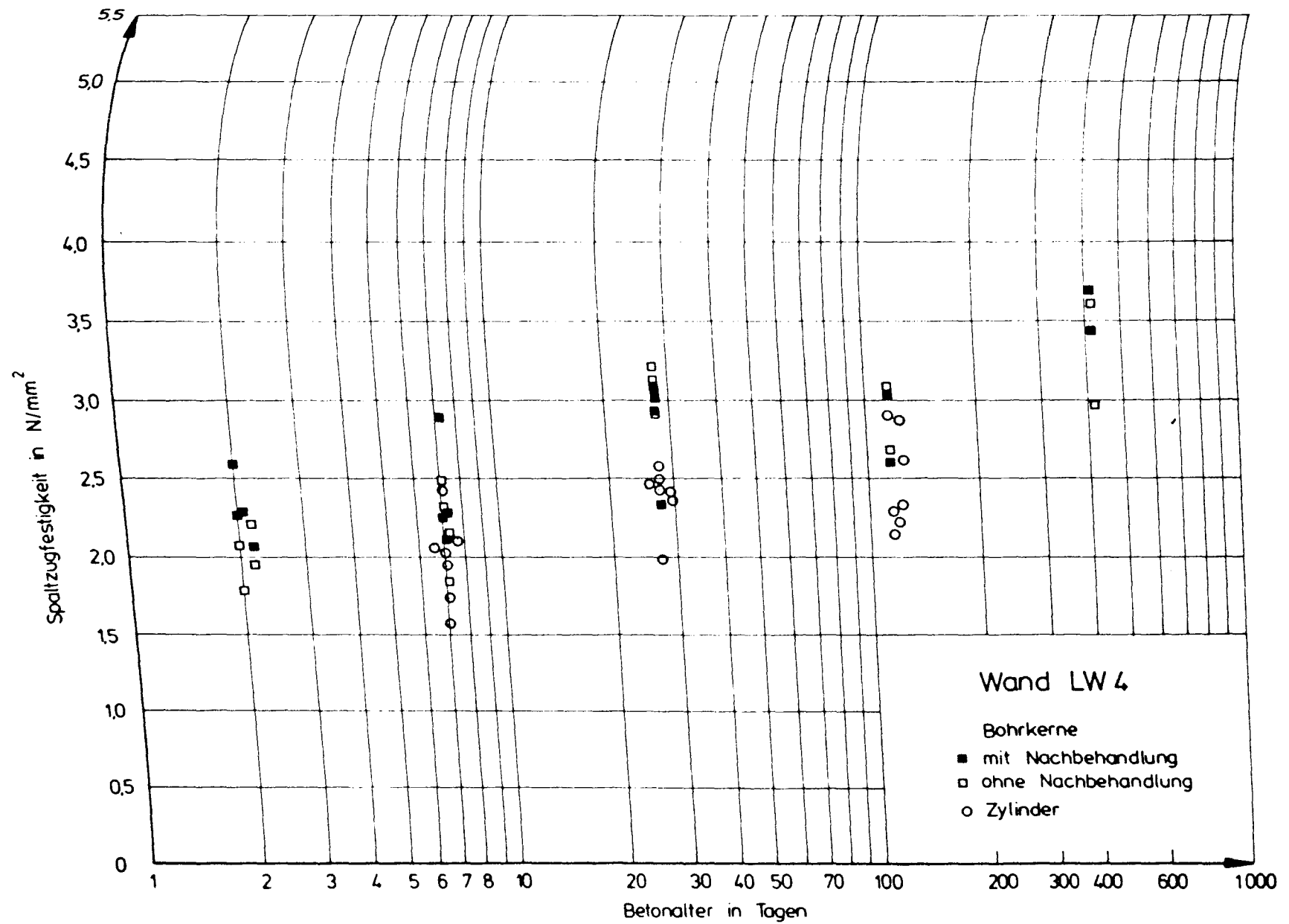


Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand FW 3

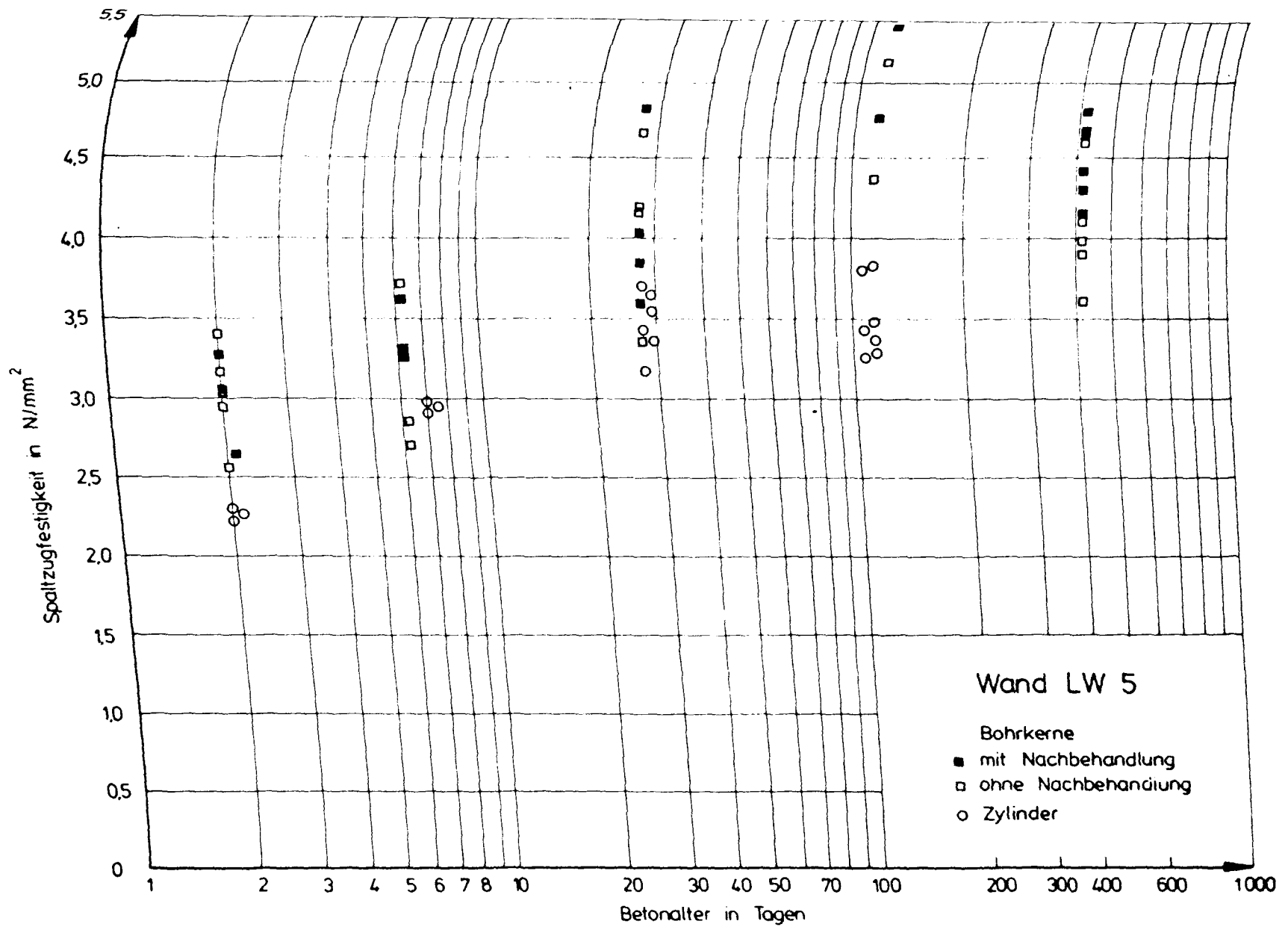




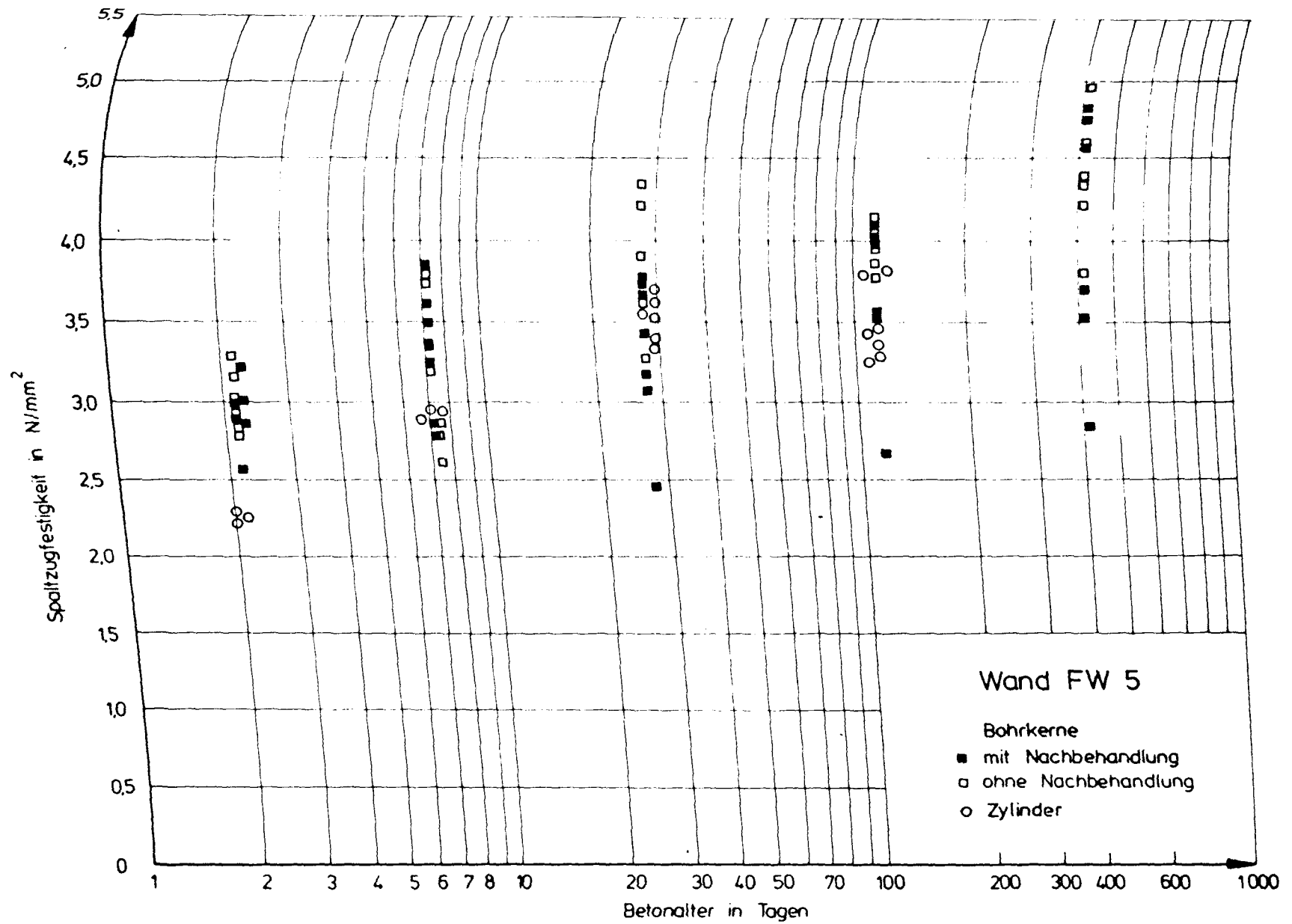
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand LW 3



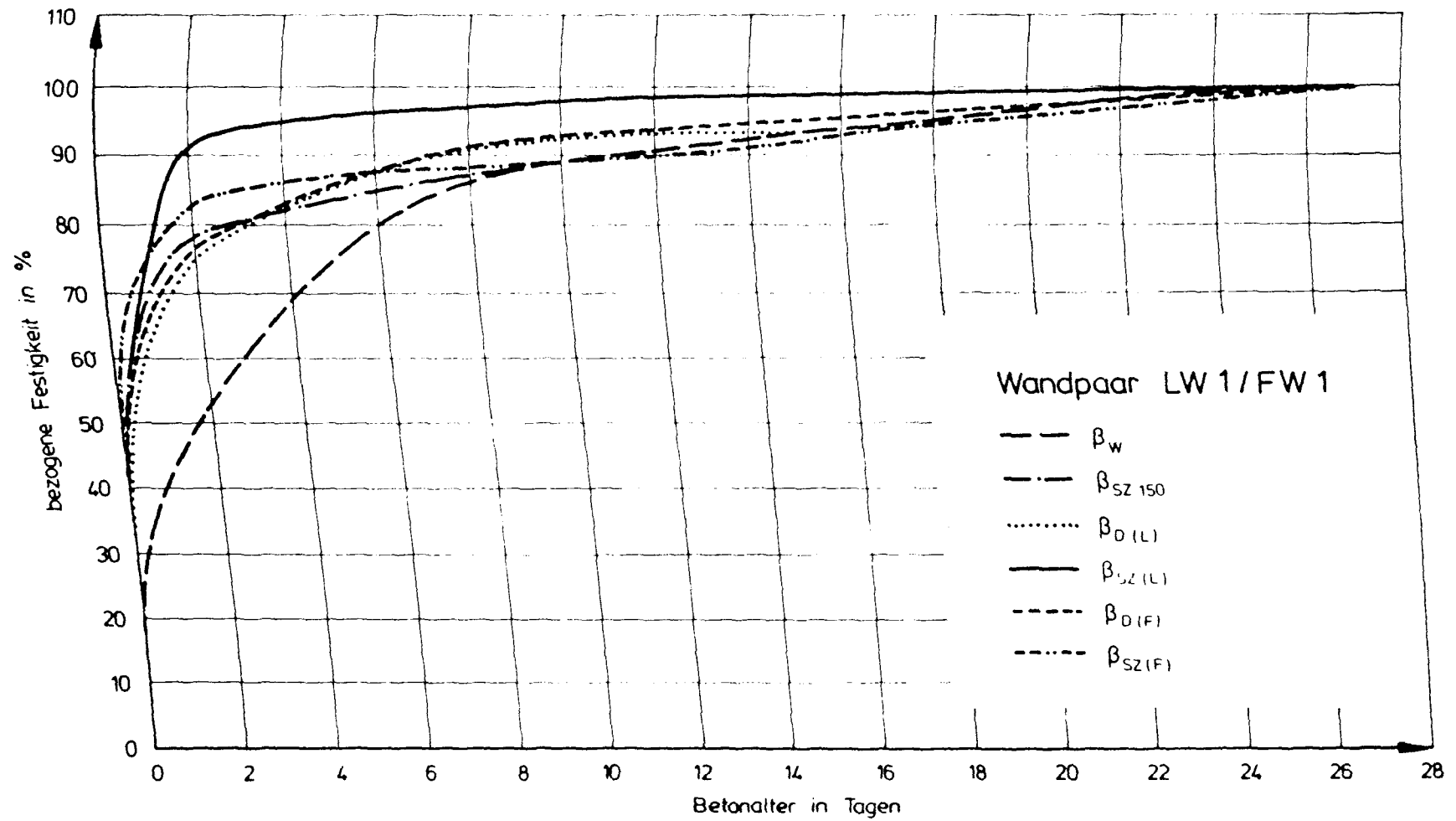
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand LW 4



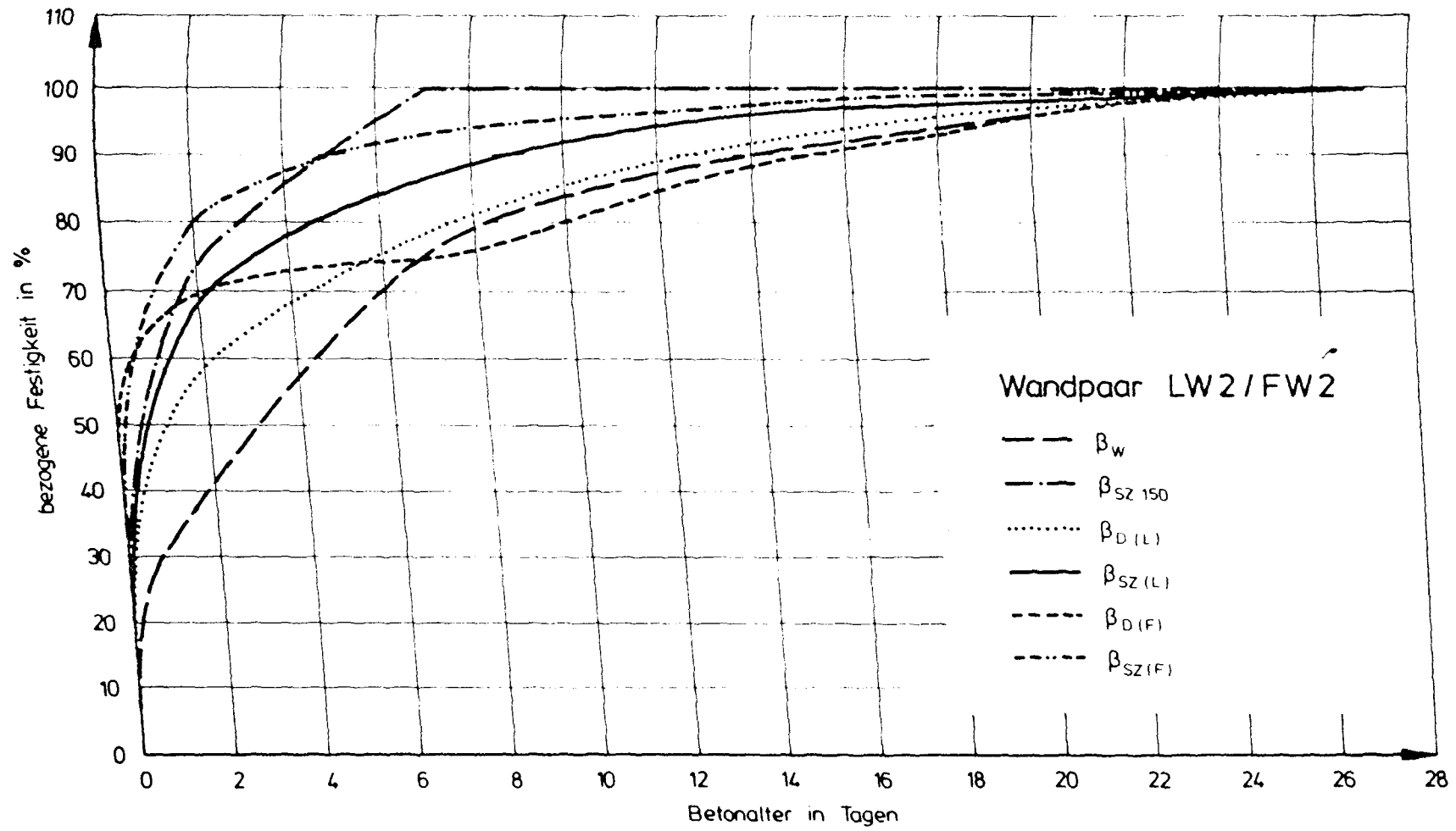
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand LW 5



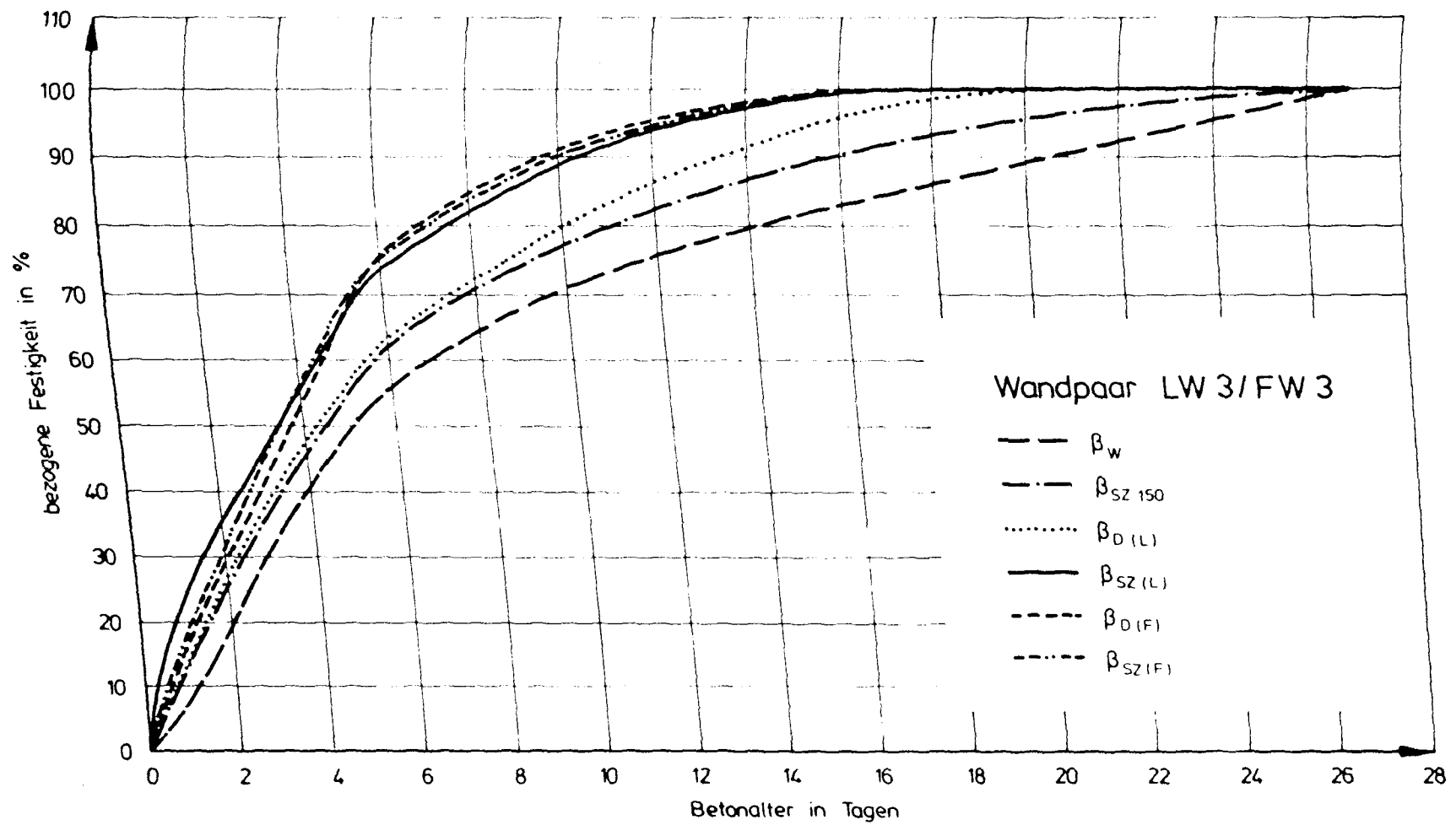
Zeitliche Entwicklung der Spaltzugfestigkeit von Wand FW 5



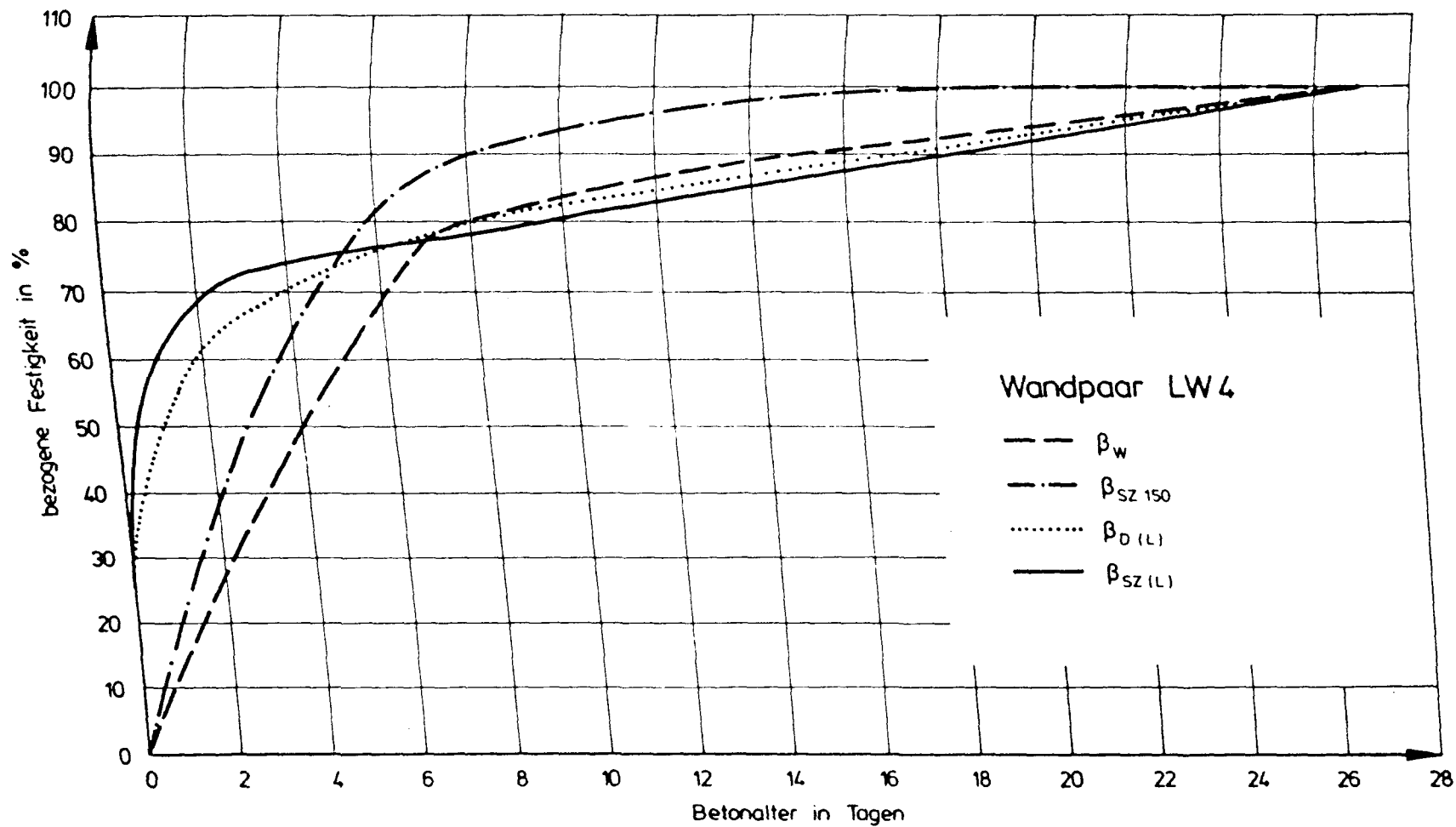
Festigkeitsentwicklung in jungem Alter für Wandpaar LW1/ FW 1



Festigkeitsentwicklung in jungem Alter für Wandpaar LW 2/FW 2

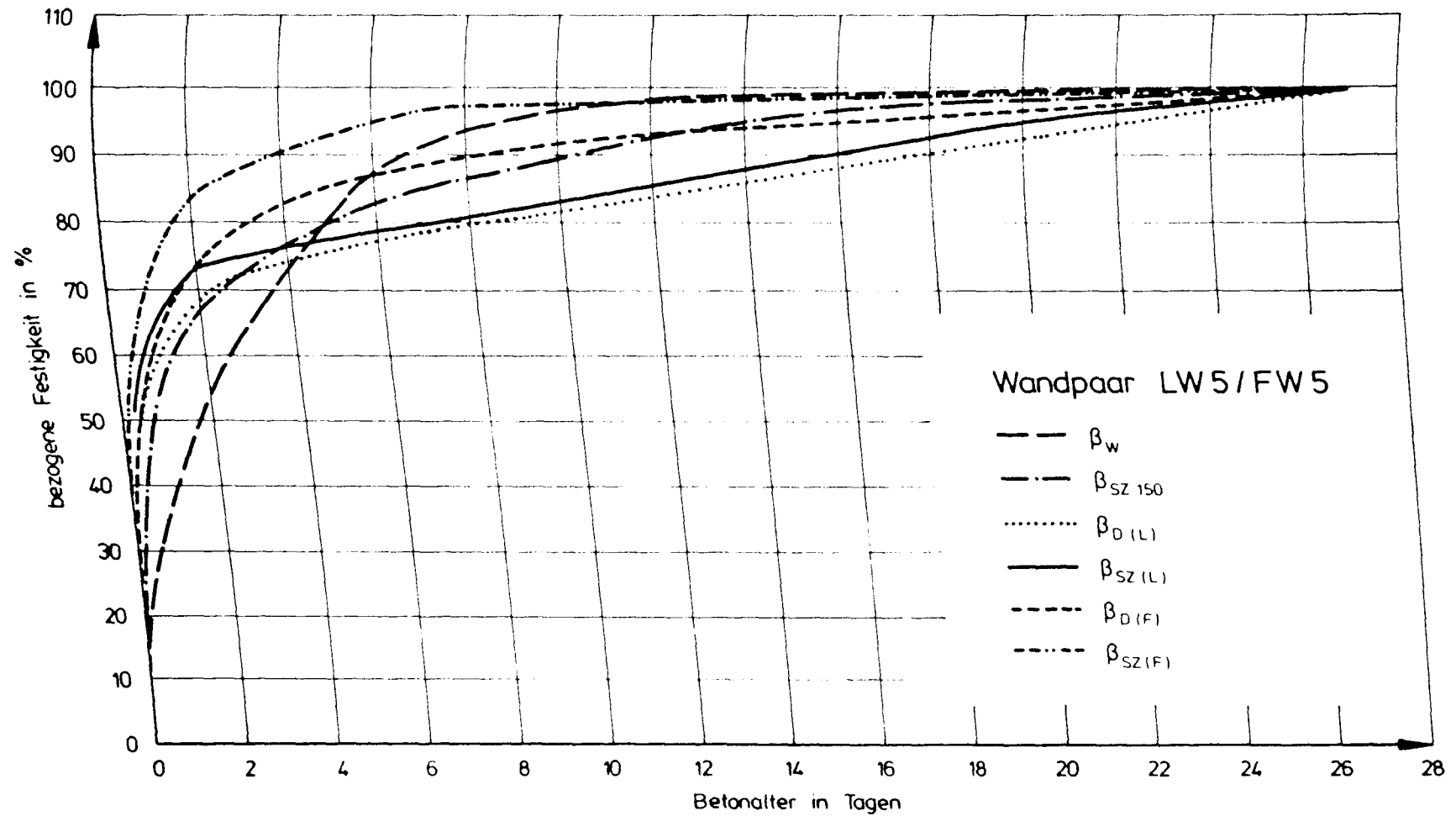


Festigkeitsentwicklung in jungem Alter von Wandpaar LW 3/FW 3



Festigkeitsentwicklung in jungem Alter für Wand LW 4 (Lagerung im Freien)





Festigkeitsentwicklung in jungem Alter für Wandpaar LW 5/ FW 5

Beton- alter	gesondert hergestellte Proben				Bohrkerne der Laborwand				Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand			
(Tage)	c <sub>SZ150</sub>	c <sub>SZ100</sub>	c <sub>SZ10x15</sub>	c <sub>ZZ100</sub>	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen
2	0,29	0,24	0,29	0,23	0,25	0,30	0,14	0,16	0,28	0,27	-	0,19
7	0,24	0,22	0,28	0,20	0,27	0,30	0,16	0,15	0,25	0,27	0,17	0,17
28	0,24	0,24	0,26	0,18	0,26	0,29	0,19	0,16	0,27	0,29	0,28	0,20
119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
420	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,26	0,22	0,23
Mittel- werte *	0,24	0,23	0,27	0,19	0,26	0,29	0,18	0,15	0,26	0,27	0,22	0,20

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wandpaar LW 1/ FW 1

Beton- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben				Bohrkerne der Laborwand				Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand			
	c <sub>SZ</sub> 150	c <sub>SZ</sub> 100	c <sub>SZ</sub> 10x15	c <sub>ZZ</sub> 100	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen
2	0,27	0,20	0,29	0,20	0,25	0,25	0,18	0,20	0,26	0,28	-	0,21
7	0,25	0,20	0,27	0,16	0,25	0,27	0,13	0,17	0,28	0,31	0,14	0,18
28	0,20	0,22	0,23	0,19	0,27	0,25	0,23	0,23	0,27	0,25	0,19	0,25
119	0,25	0,31	0,24	0,23	0,26	-	-	-	0,27	0,25	-	0,23
420	-	-	-	-	0,23	0,23	0,18	-	0,26	0,25	-	0,25
Mittel- werte *	0,23	0,24	0,25	0,19	0,25	0,25	0,18	0,20	0,27	0,26	0,16	0,23

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wandpaar LW 2/ FW 2

Beton- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben				Bohrkerne der Laborwand				Bohrkerne der im Freien gela- gerten Wand			
	c <sub>SZ150</sub>	c <sub>SZ100</sub>	c <sub>SZ10x15</sub>	c <sub>ZZ100</sub>	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen
2	0,19	0,14	0,16	0,06	0,23	0,23	0,13	0,19	0,18	0,22	-	0,14
7	0,23	0,21	0,19	0,08	0,21	0,30	0,15	0,26	0,25	0,27	0,14	0,20
28	0,24	0,23	0,26	0,16	0,24	0,29	0,17	0,30	0,28	0,29	0,15	0,28
119	0,24	0,23	0,33	0,20	0,23	-	-	-	0,26	0,26	-	0,29
420	-	-	-	-	0,22	0,29	0,16	-	0,30	0,27	-	0,29
Mittel- werte *	0,24	0,22	0,26	0,15	0,22	0,29	0,16	0,28	0,27	0,27	0,14	0,26

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wandpaar LW 3/ FW 3

Beton- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben				Bohrkerne der Laborwand			
	c <sub>SZ150</sub>	c <sub>SZ100</sub>	c <sub>SZ10x15</sub>	c <sub>ZZ100</sub>	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen
2	-	-	-	-	0,30	0,28	0,14	0,14
7	0,22	0,20	0,22	0,22	0,26	0,27	0,29	0,32
28	0,22	0,22	0,22	0,19	0,31	0,28	0,24	0,25
119	0,20	0,26	0,25	0,20	0,25	-	-	-
420	-	-	-	-	0,27	-	-	-
Mittel- werte *	0,21	0,23	0,23	0,20	0,27	0,27	0,26	0,28

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wand LW 4  
( im Freien gelagert)

Beton- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben				Bohrkerne der Laborwand				Bohrkerne der im Freien gelagerten Wand			
	c <sub>SZ</sub> 150	c <sub>SZ</sub> 100	c <sub>SZ</sub> 10x15	c <sub>ZZ</sub> 100	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen	c <sub>SZ</sub> außen	c <sub>SZ</sub> innen	c <sub>ZZ</sub> außen	c <sub>ZZ</sub> innen
2	0,26	0,27	0,27	-	0,30	0,26	-	-	0,28	0,30	-	-
7	0,23	0,24	0,24	-	0,28	0,26	0,24	0,26	0,31	0,28	0,24	0,27
28	0,25	0,26	0,22	0,22	0,32	0,28	0,22	0,22	0,29	0,29	0,24	0,24
119	0,23	0,25	0,27	0,17	0,33	-	-	-	0,29	0,30	-	0,25
420	-	-	-	-	0,25	0,27	0,19	-	0,26	0,27	-	0,22
Mittel- werte *	0,24	0,25	0,24	0,19	0,29	0,27	0,22	0,24	0,29	0,28	0,24	0,24

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wandpaar LW 5/ FW 5

Beton- alter  (Tage)	gesondert hergestellte Proben			
	c <sub>SZ150</sub>	c <sub>SZ100</sub>	c <sub>SZ10x15</sub>	c <sub>ZZ100</sub>
2	-	-	-	-
7	0,19	0,22	-	-
28	0,24	0,20	-	-
90	0,26	0,21	-	0,21
420	-	-	-	-
Mittel- werte *	0,23	0,21	-	0,21

\* ohne 2/Tage -Werte

Verhältniswerte c nach Heilmann für Wand FW 6

		LW 1	FW 1	LW 2	FW 2	LW 3	FW 3	LW 4	LW 5	FW 5	FW 6	Mittel
c- Werte	$\beta_{SZ}$ außen	0,26	0,26	0,25	0,27	0,22	0,27	0,27	0,29	0,29	-	0,26
	$\beta_{SZ}$ innen	0,29	0,27	0,25	0,26	0,29	0,27	0,27	0,27	0,28	-	0,27
	$\beta_{ZZ}$ außen	0,18	0,22	0,18	0,16	0,16	0,14	0,26	0,22	0,24	-	0,19
	$\beta_{ZZ}$ innen	0,15	0,20	0,20	0,23	0,28	0,26	0,28	0,24	0,24	-	0,23
c- Werte gesond. hergest. Proben	$\beta_{SZ150}$	0,24		0,23		0,24		0,21	0,24		0,23	0,23
	$\beta_{SZ100}$	0,23		0,24		0,22		0,23	0,25		0,21	0,23
	$\beta_{SZ10x}$ 15	0,27		0,25		0,26		0,23	0,24		-	0,25
	$\beta_{ZZ100}$	0,19		0,19		0,15		0,20	0,19		0,21	0,19

Verhältniswerte c nach Heilmann für alle Wände



Alter	Laborwand					im Freien gelagerte Wand				
(Tage)	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$
2	1,85	1,31	1,60	1,33	0,92	1,84	1,45	1,78	1,48	-
7	1,37	1,38	1,46	1,16	0,98	1,36	1,30	1,37	1,09	1,02
28	1,29	1,29	1,30	1,17	1,27	1,26	1,30	1,31	1,20	1,84
119	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mittelwert	1,50	1,32	1,41	1,22	1,06	1,40	1,35	1,49	1,26	1,43

Verhältnisse der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben  
( Wandpaar LW 1/ FW 1 )

Alter	Laborwand					im Freien gelagerte Wand				
(Tage)	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$
2	1,14	1,03	1,37	0,96	1,00	1,19	1,08	1,43	1,00	-
7	0,82	0,89	1,09	0,82	0,70	0,69	0,86	1,06	0,79	0,67
28	0,79	1,13	0,99	0,97	1,06	0,70	1,08	0,94	0,93	0,80
119	1,00	1,06	0,85	1,11	-	0,88	1,00	0,80	1,05	-
Mittelwert	0,93	1,03	1,07	0,96	0,92	0,85	1,00	1,06	0,94	0,73

Verhältnisse der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben  
( Wandpaar LW 2/ FW 2 )

Alter	Laborwand					im Freien gelagerte Wand				
(Tage)	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$
2	1,19	1,37	1,88	1,60	2,53	1,18	1,06	1,47	1,24	-
7	0,96	0,90	0,97	1,05	1,75	0,98	1,09	1,17	1,27	1,71
28	0,85	0,89	0,95	0,82	0,96	0,77	0,96	1,02	0,88	0,81
119	0,91	0,90	0,95	0,65	-	0,76	0,92	0,97	0,67	-
Mittelwert	0,96	1,01	1,19	1,03	1,75	0,90	1,00	1,16	1,01	1,26

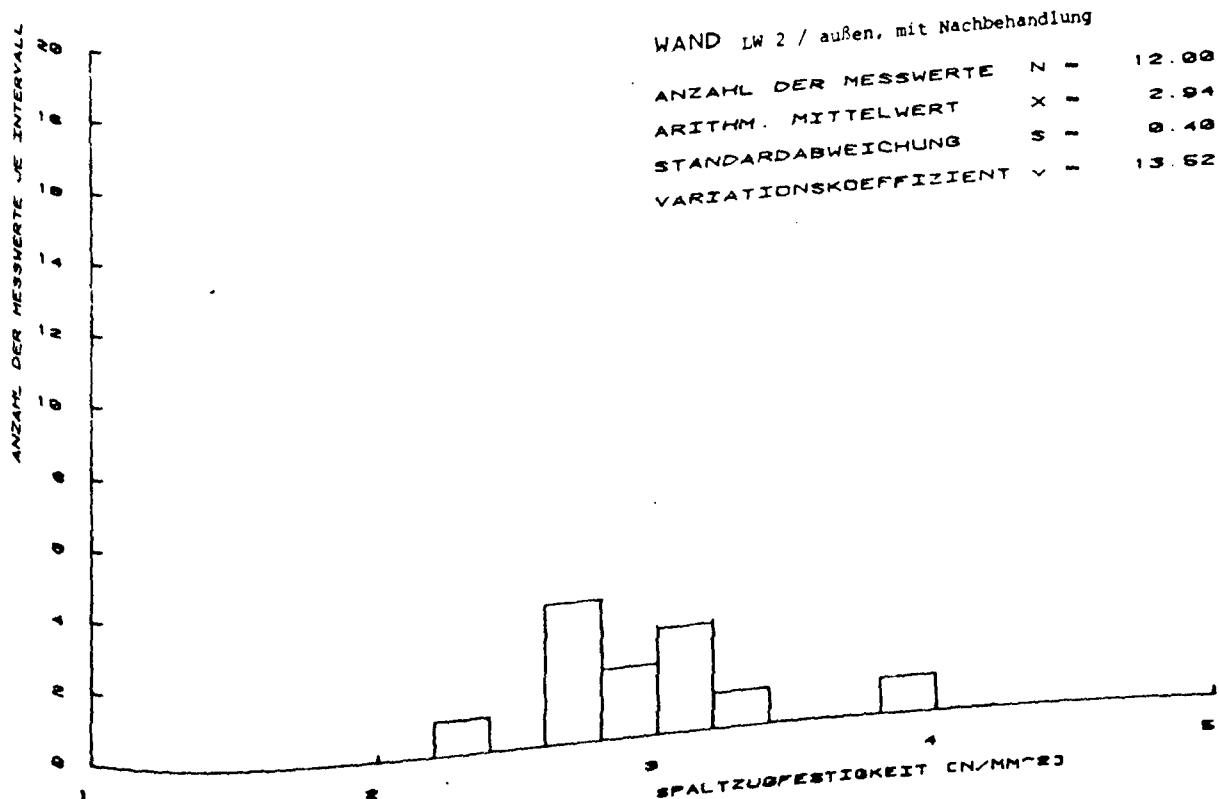
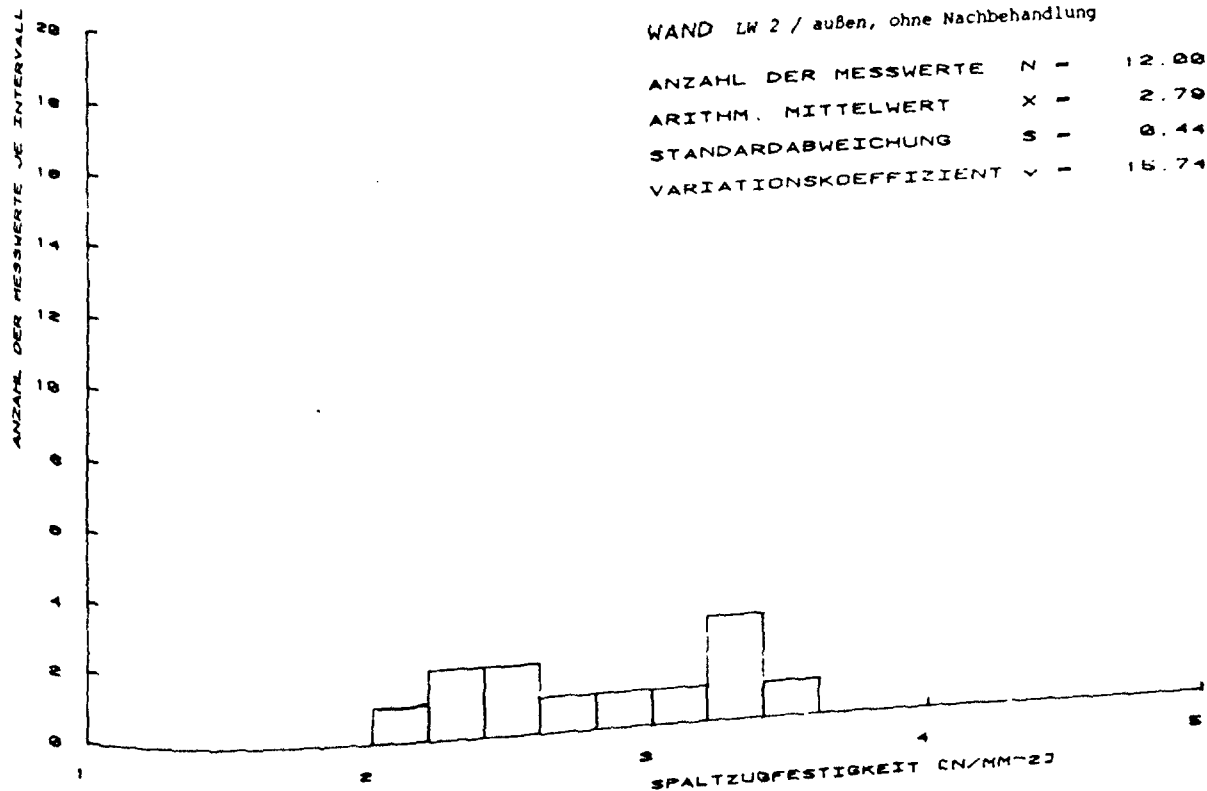
Verhältnisse der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben  
 ( Wandpaar LW 3/ FW 3 )

Alter  (Tage)	Laborwand				
	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10x15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$
2	-	-	-	-	-
7	0,87	1,09	1,17	1,09	1,20
28	0,88	1,28	1,29	1,21	1,16
90	1,00	1,28	0,97	1,00	-
Mittel wert	0,87	1,22	1,14	1,10	1,18

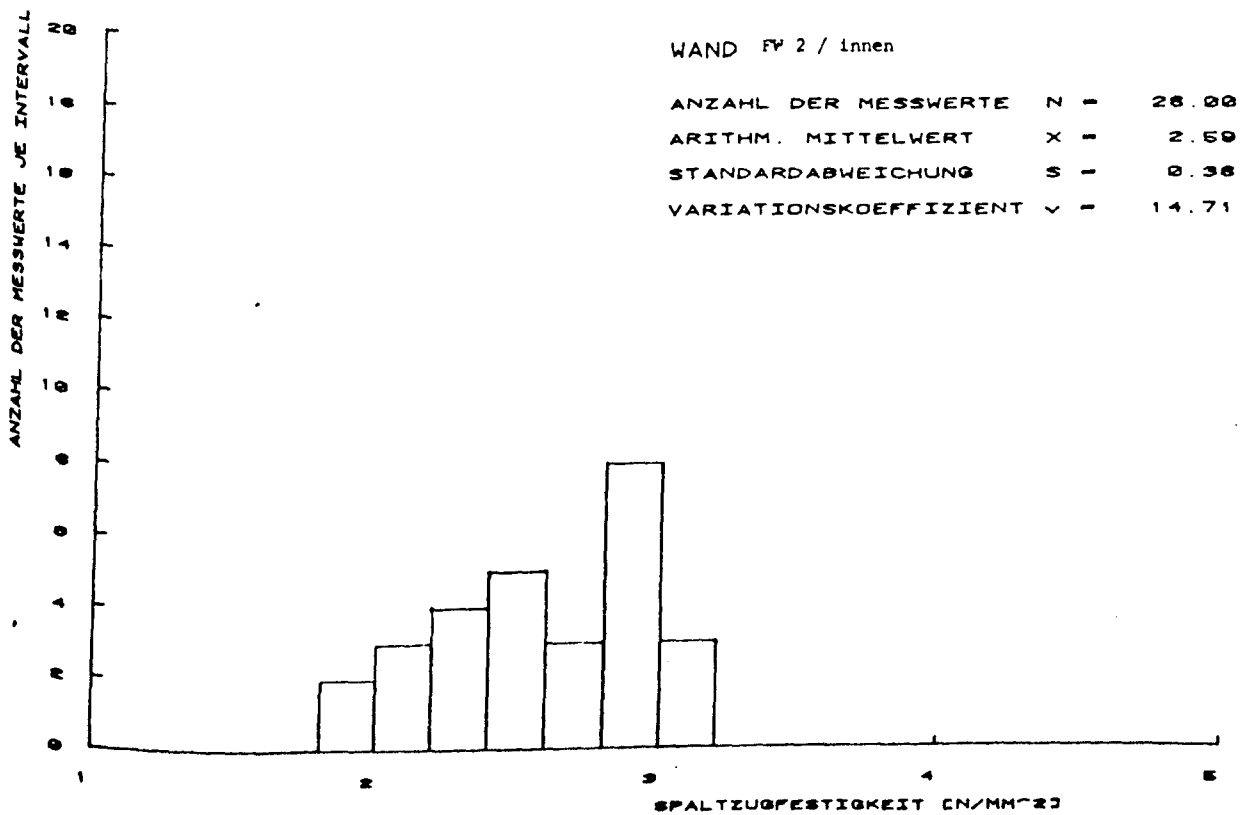
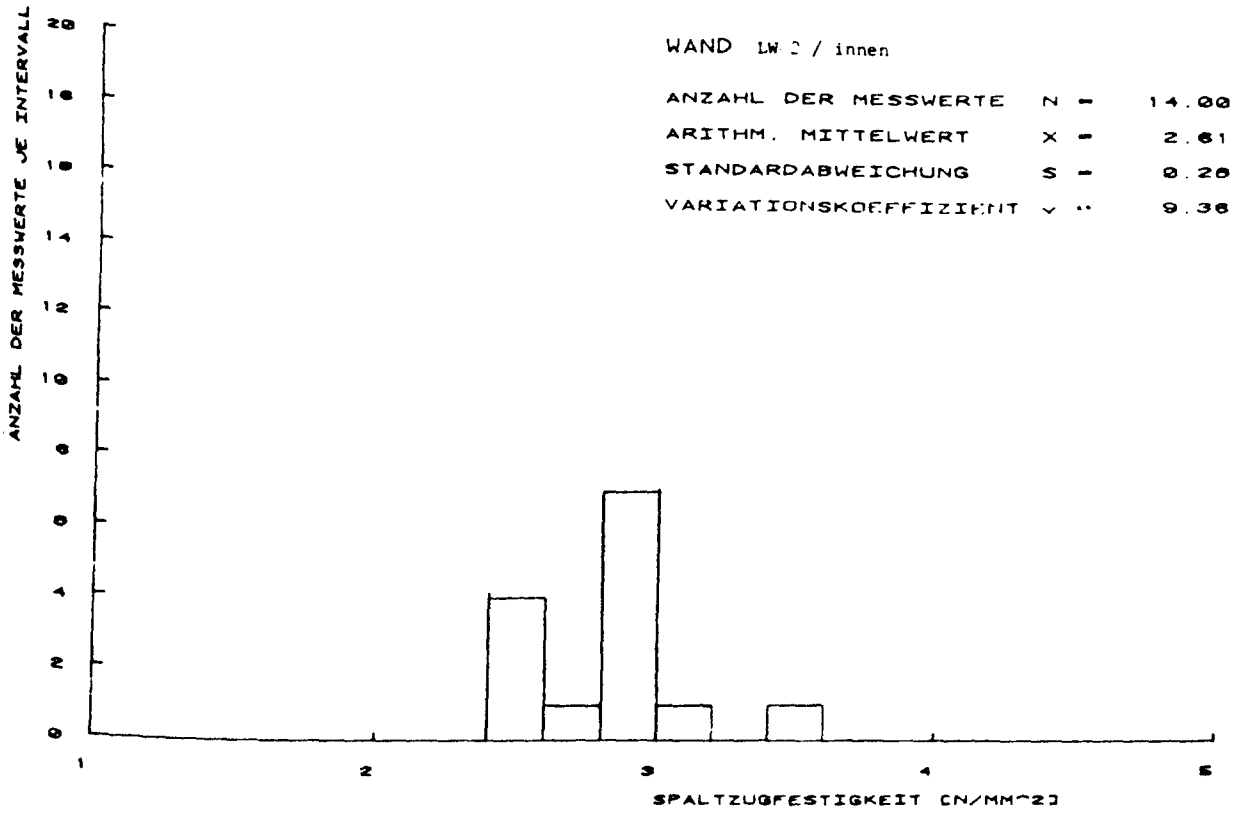
Verhältnisse der Festigkeiten von Bohrkernabschnitten zu  
 gesondert hergestellten Proben  
 ( Wand LW 4 )

Alter	Laborwand					im Freien gelagerte Wand				
(Tage)	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$	$\frac{\beta_D}{\beta_W}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ150}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ100}}$	$\frac{\beta_{SZ}}{\beta_{SZ10 \times 15}}$	$\frac{\beta_{ZZ}}{\beta_{ZZ100}}$
2	1,29	1,40	1,32	1,29	-	1,20	1,26	1,19	1,16	-
7	0,89	1,14	1,10	1,10	-	0,84	1,20	1,17	1,16	-
28	1,04	1,27	1,24	1,48	1,05	0,88	1,05	1,02	1,22	1,00
119	1,02	1,48	1,34	1,26	-	0,83	1,13	1,03	0,96	-
Mittelwert	1,03	1,32	1,25	1,28	1,05	0,90	1,16	1,10	1,12	1,00

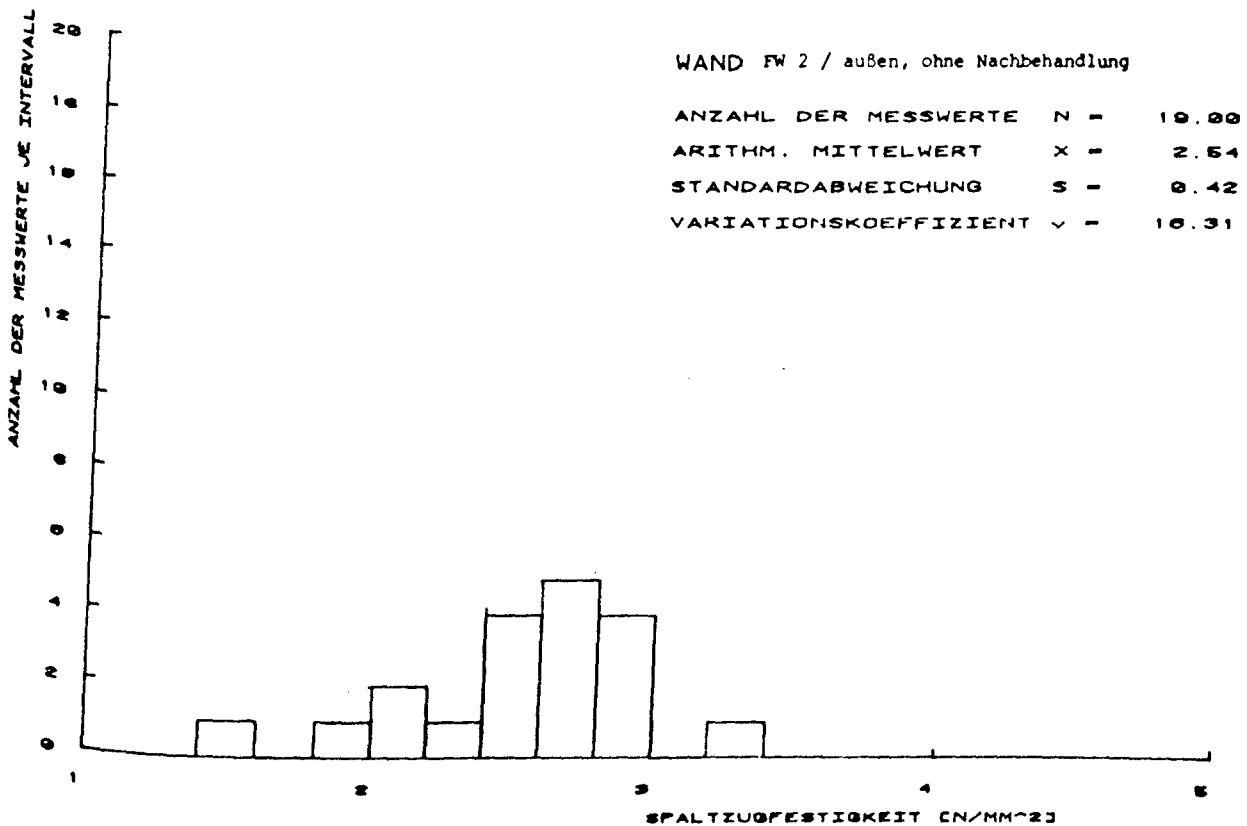
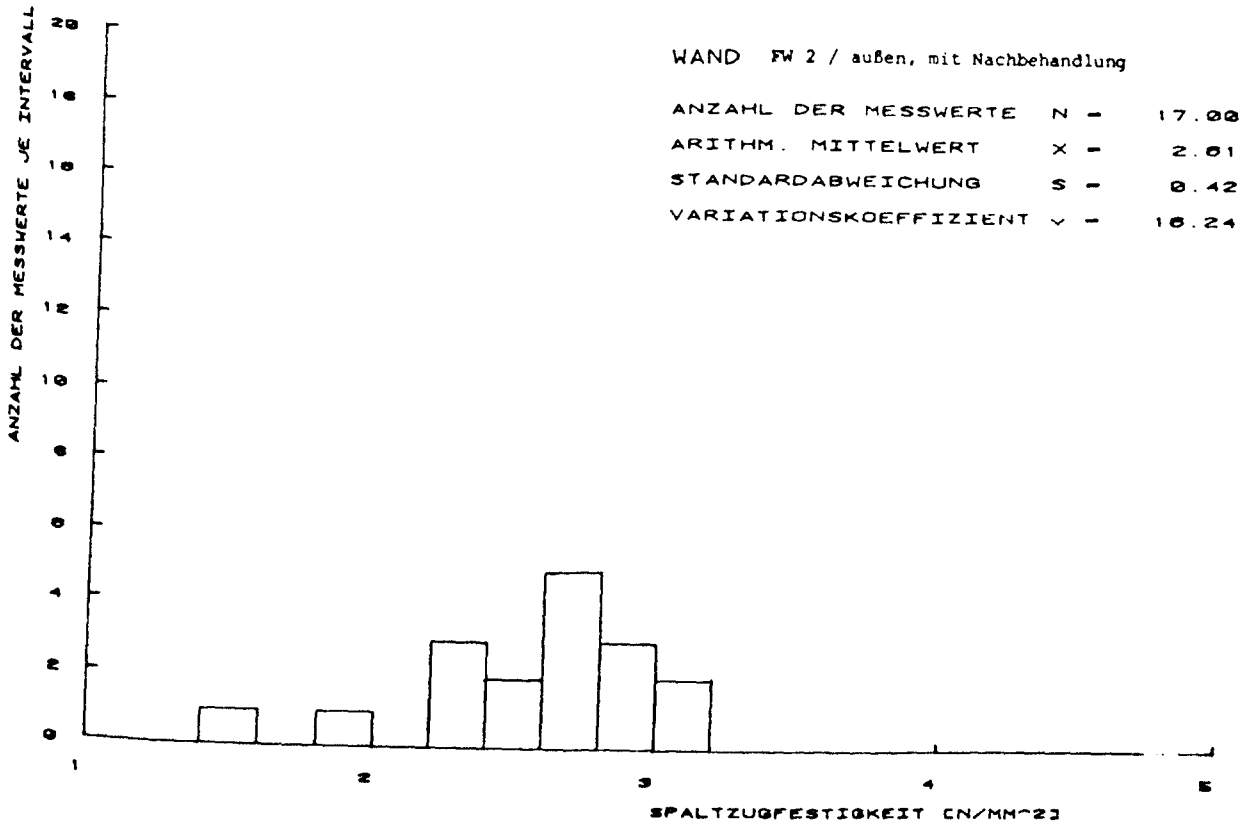
Verhältnisse der Festigkeiten von Bohrkernproben zu gesondert hergestellten Proben  
( Wandpaar LW 5/ FW 5 )



Histogramme der Spaltzugfestigkeit für äußere Bohrkernabschnitte  
der Wand LW 2

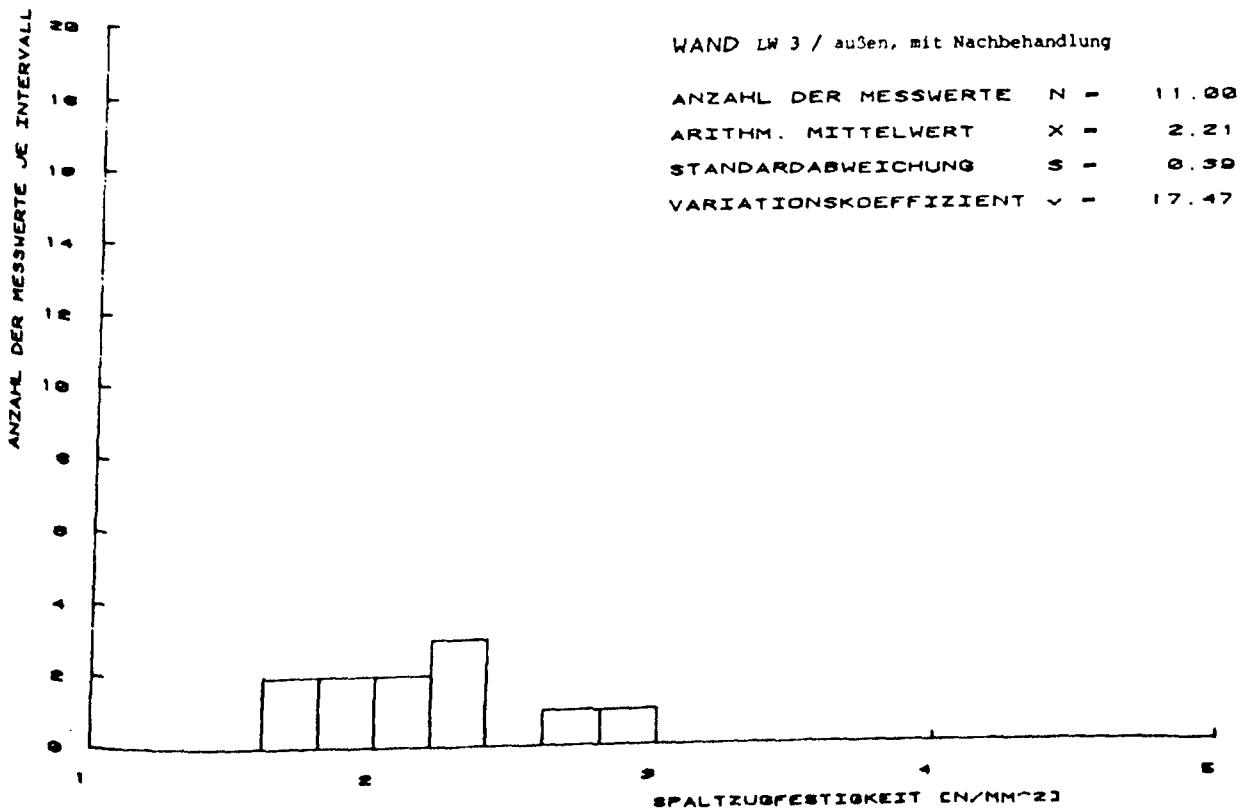
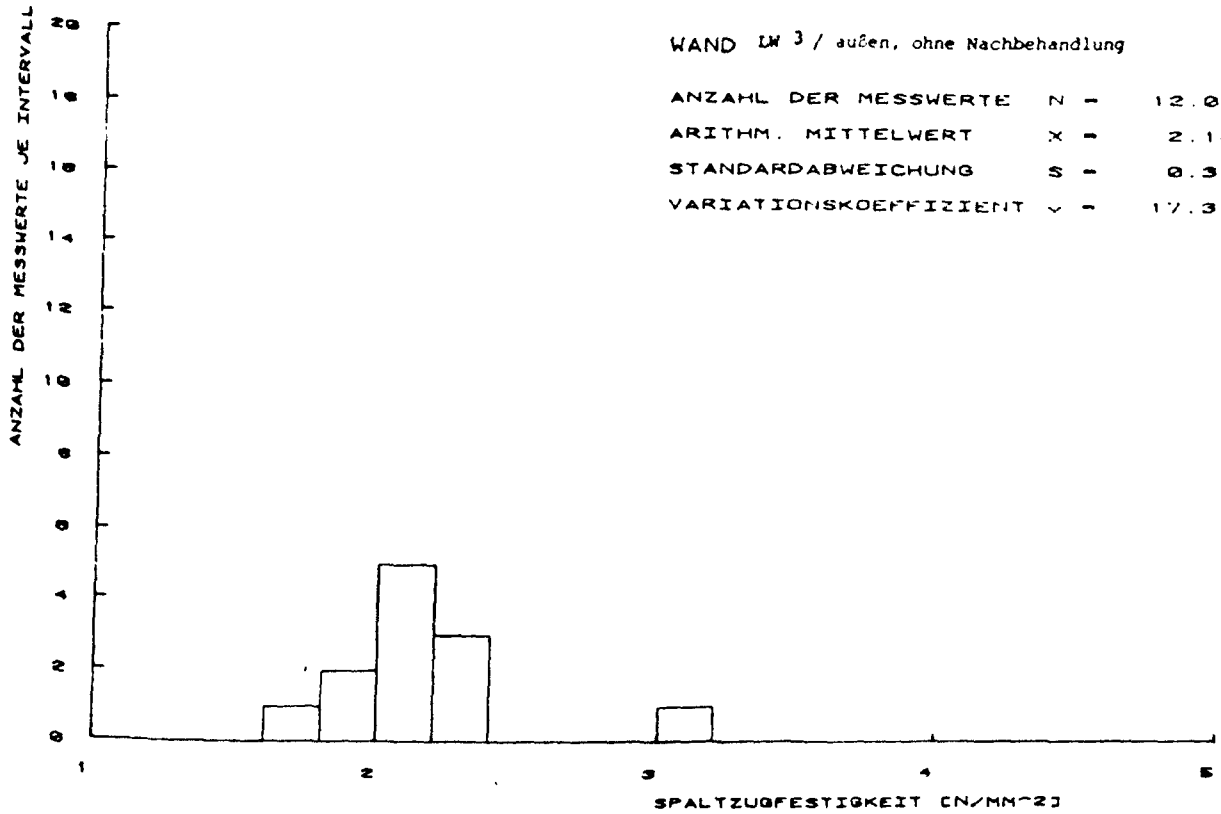


Histogramme der Spaltzugfestigkeit für innere Bohrkernabschnitte der Wände LW 2 und FW 2

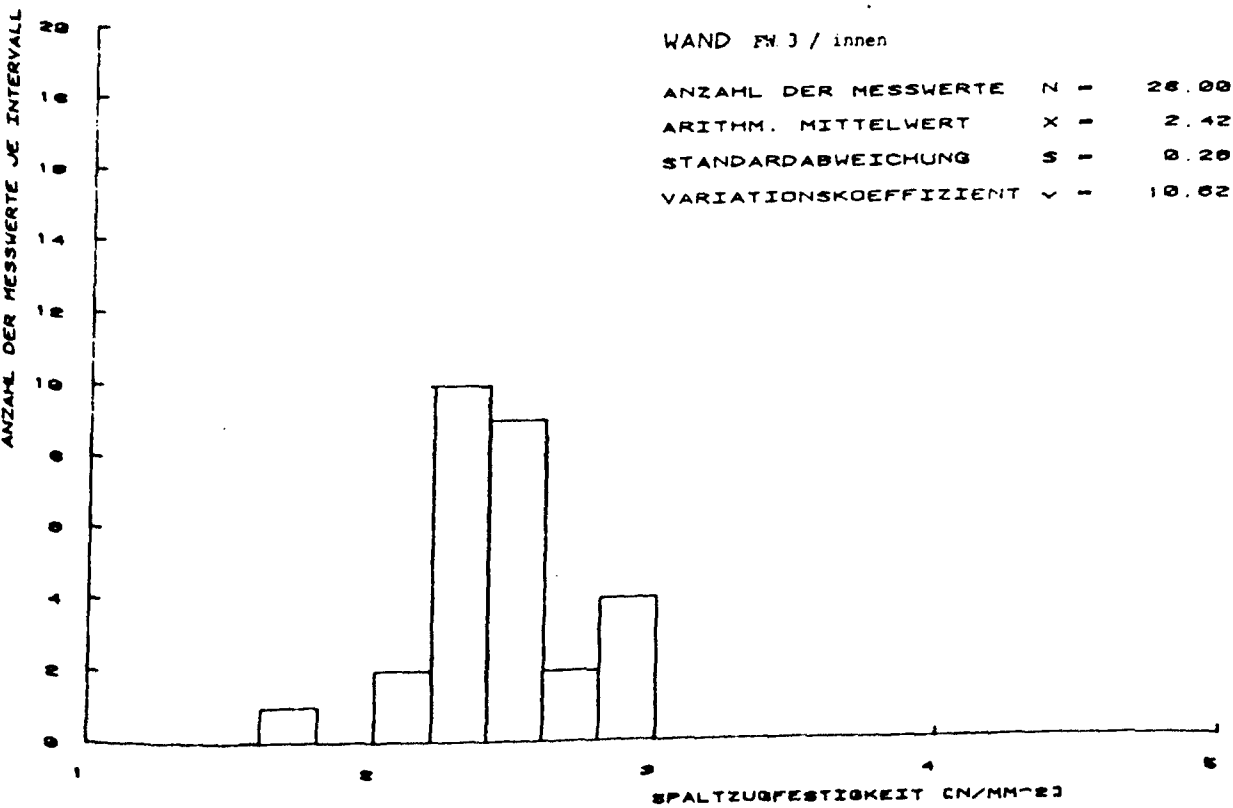
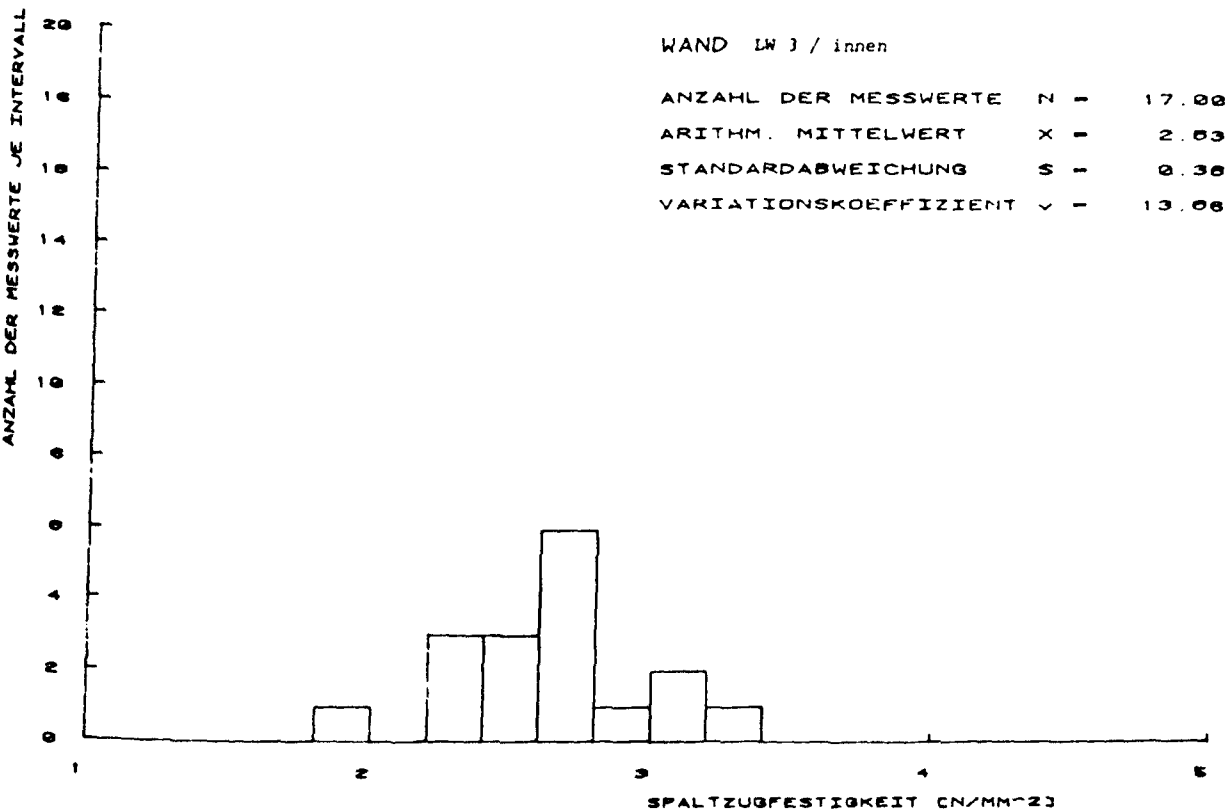


Histogramme der Spaltzugfestigkeit für äußere Bohrkernabschnitte der Wand FW 2

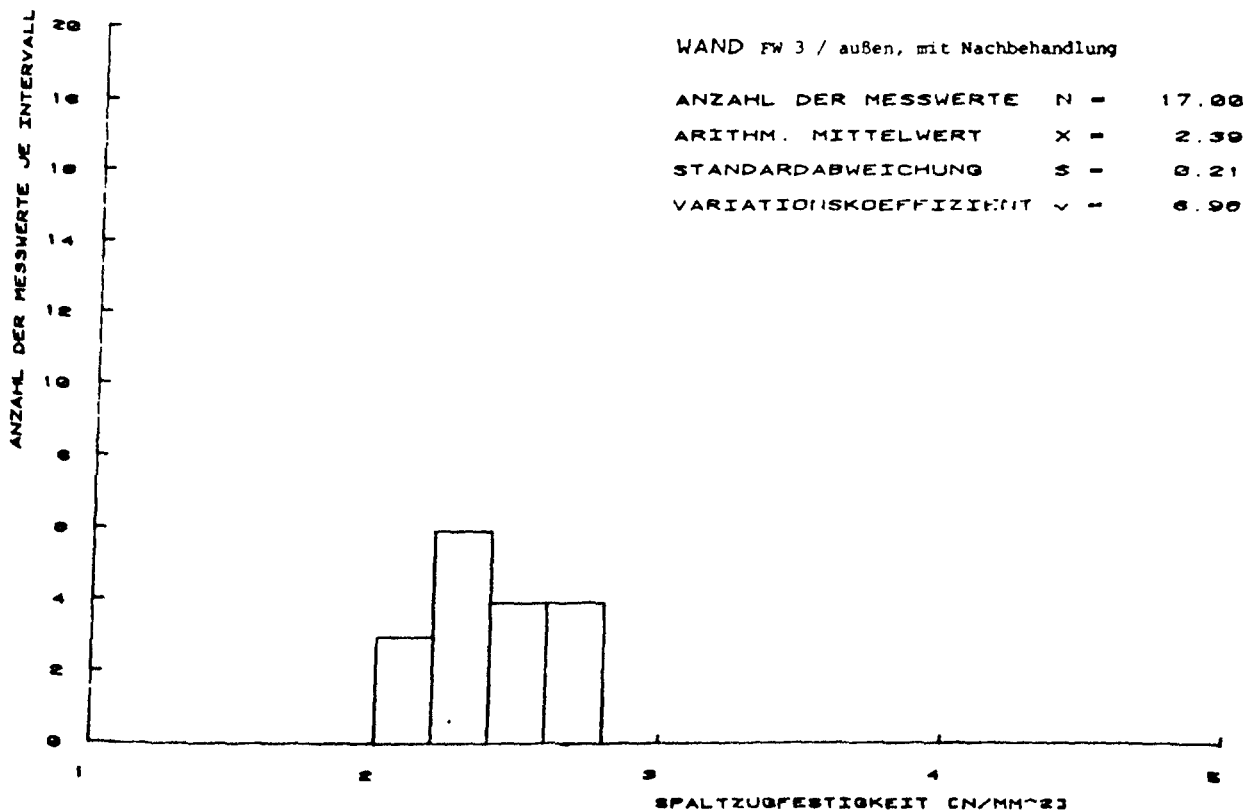
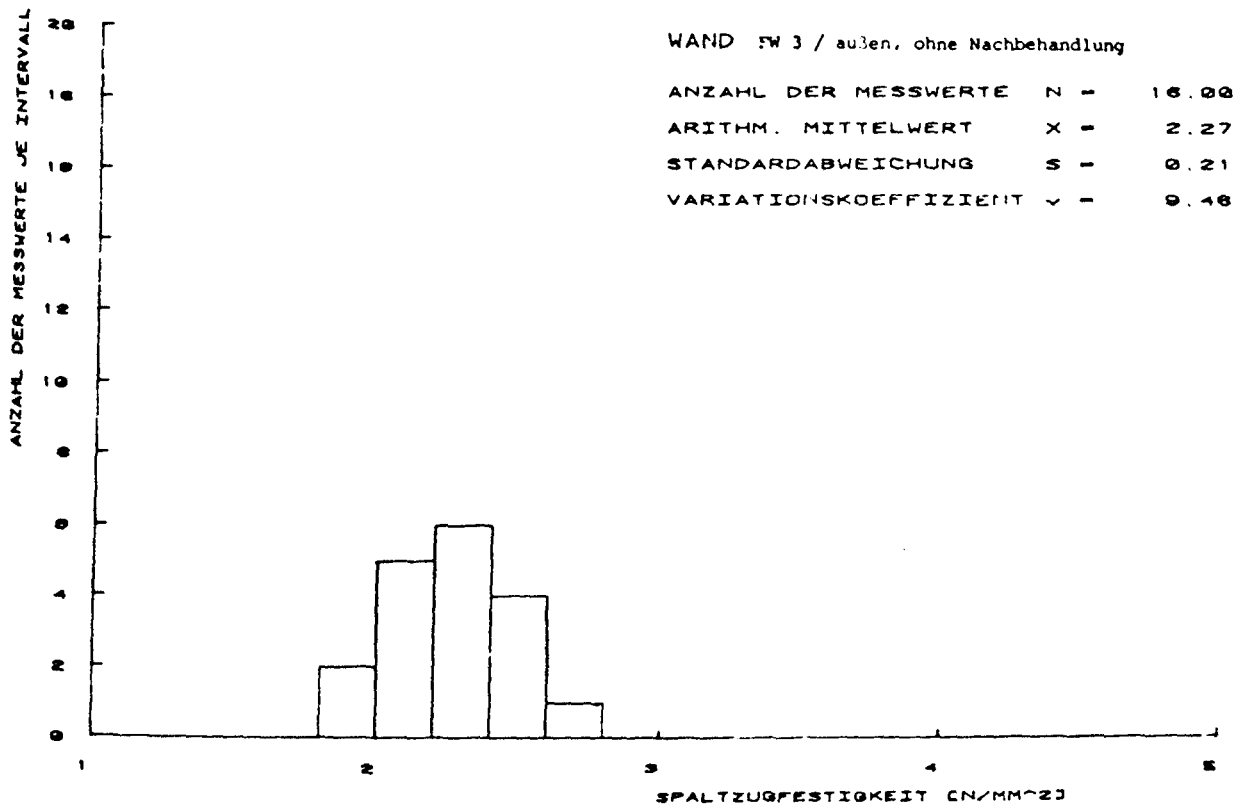




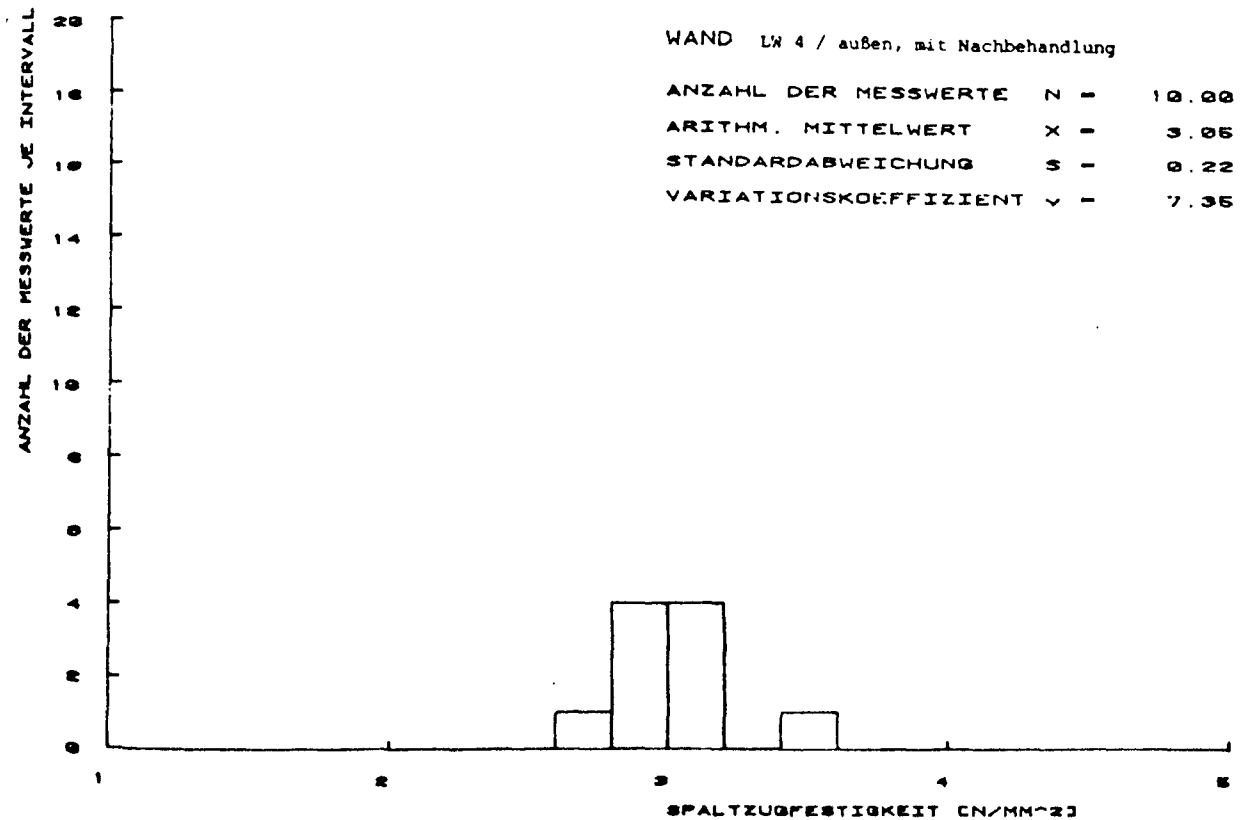
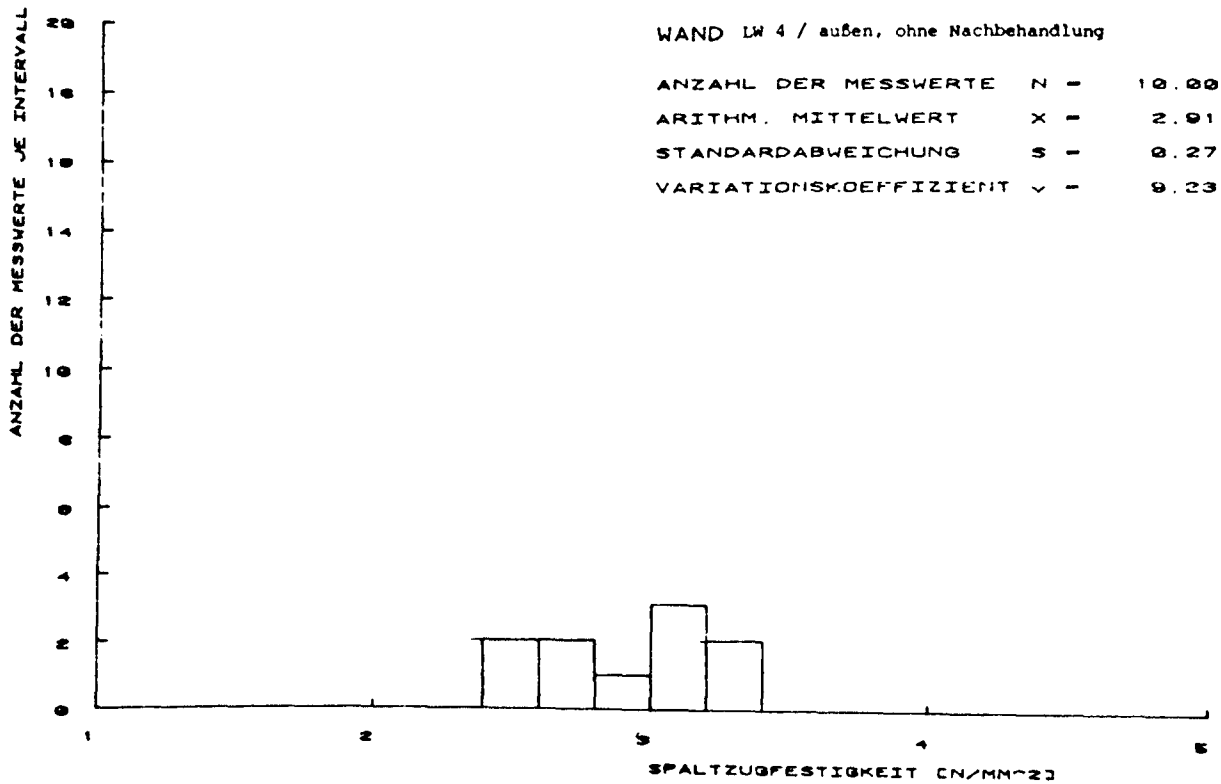
Histogramme der Spaltzugfestigkeit für äußere Bohrkernabschnitte der Wand LW 3



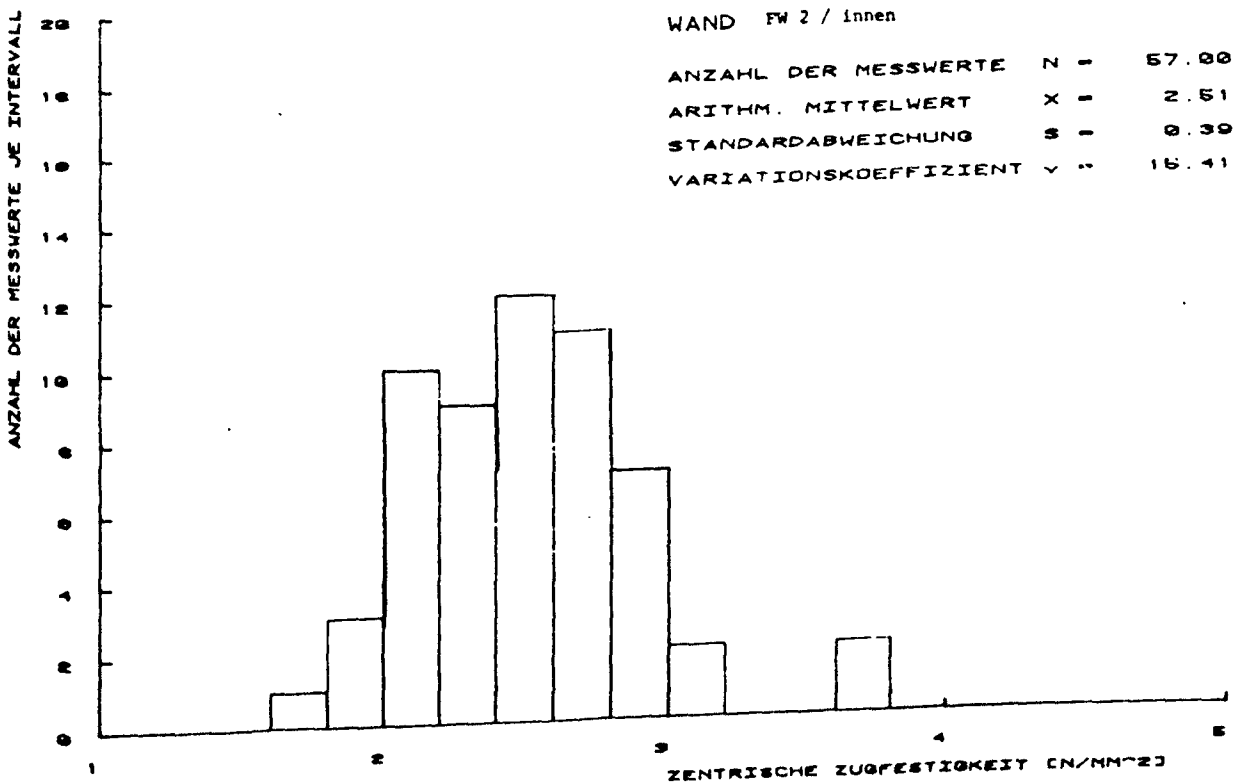
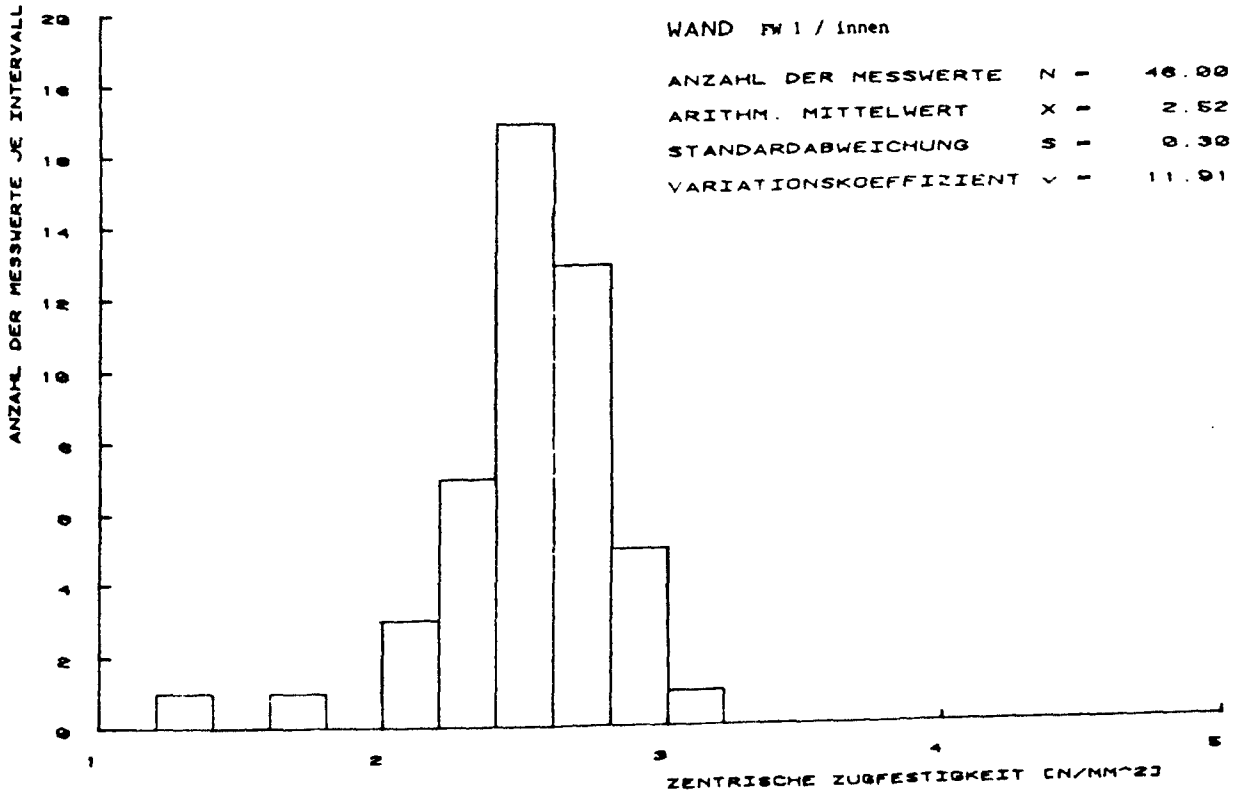
Histogramme der Spaltzugfestigkeit für innere Bohrkernabschnitte der Wände LW 3 und FW 3



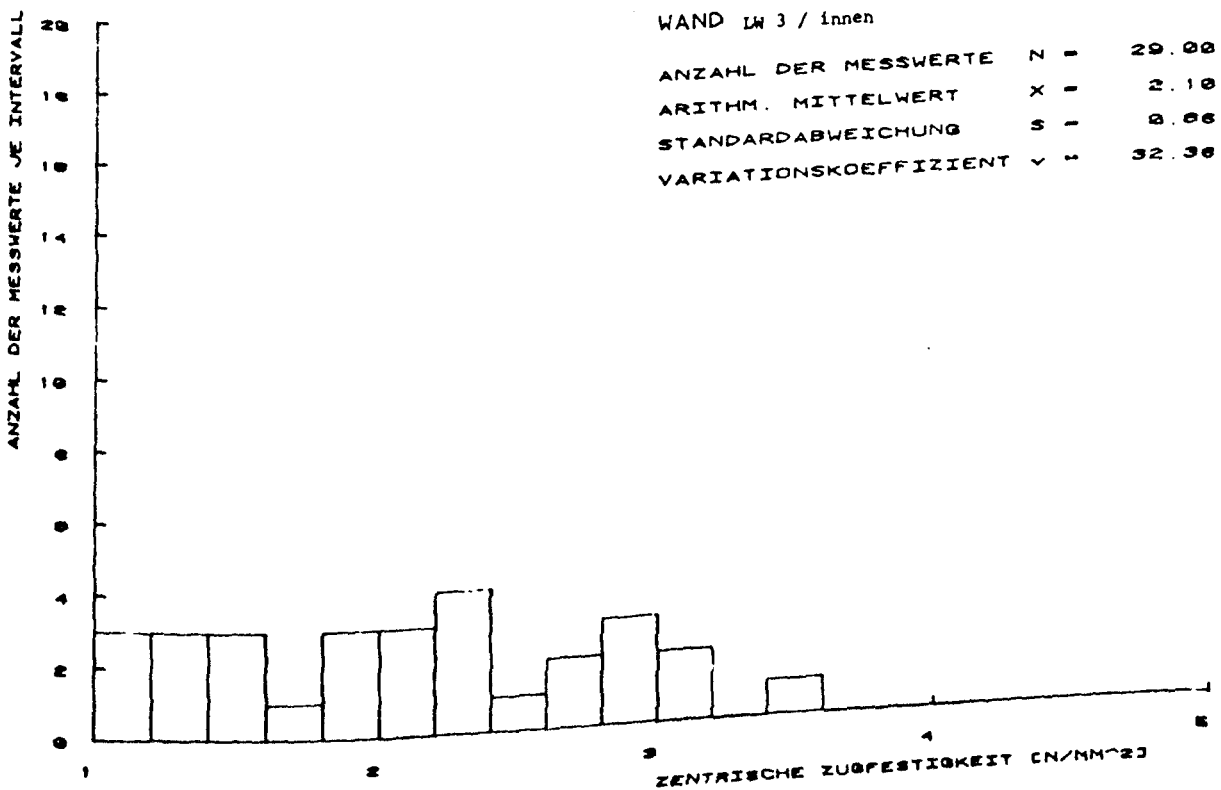
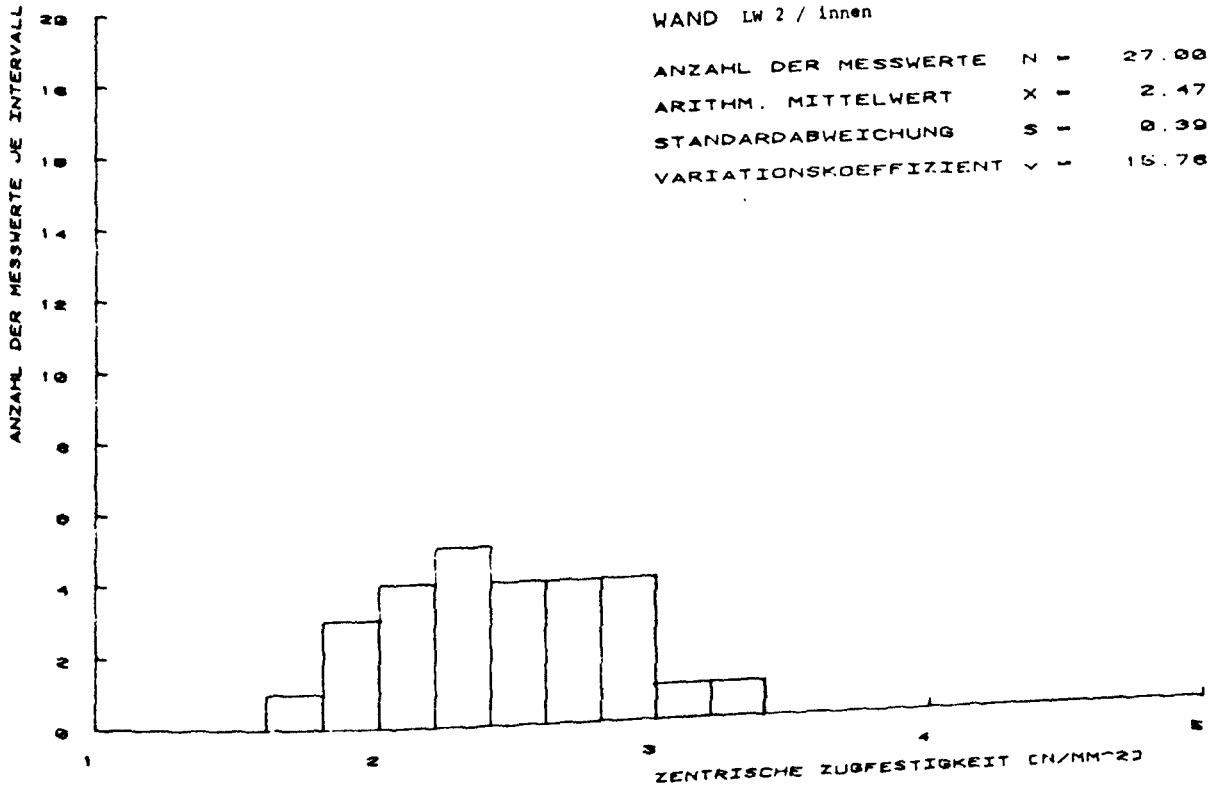
Histogramme der Spaltzugfestigkeit für äußere Bohrkernabschnitte der Wand FW 3



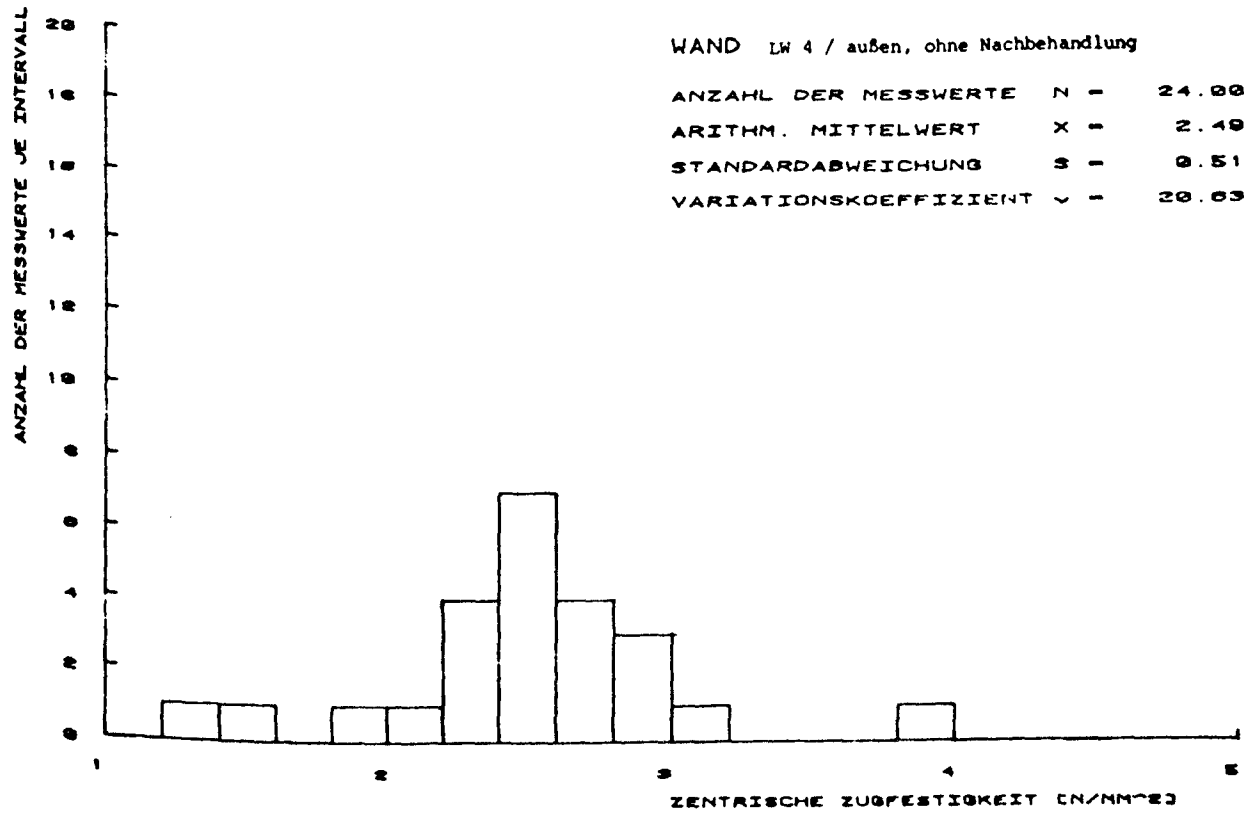
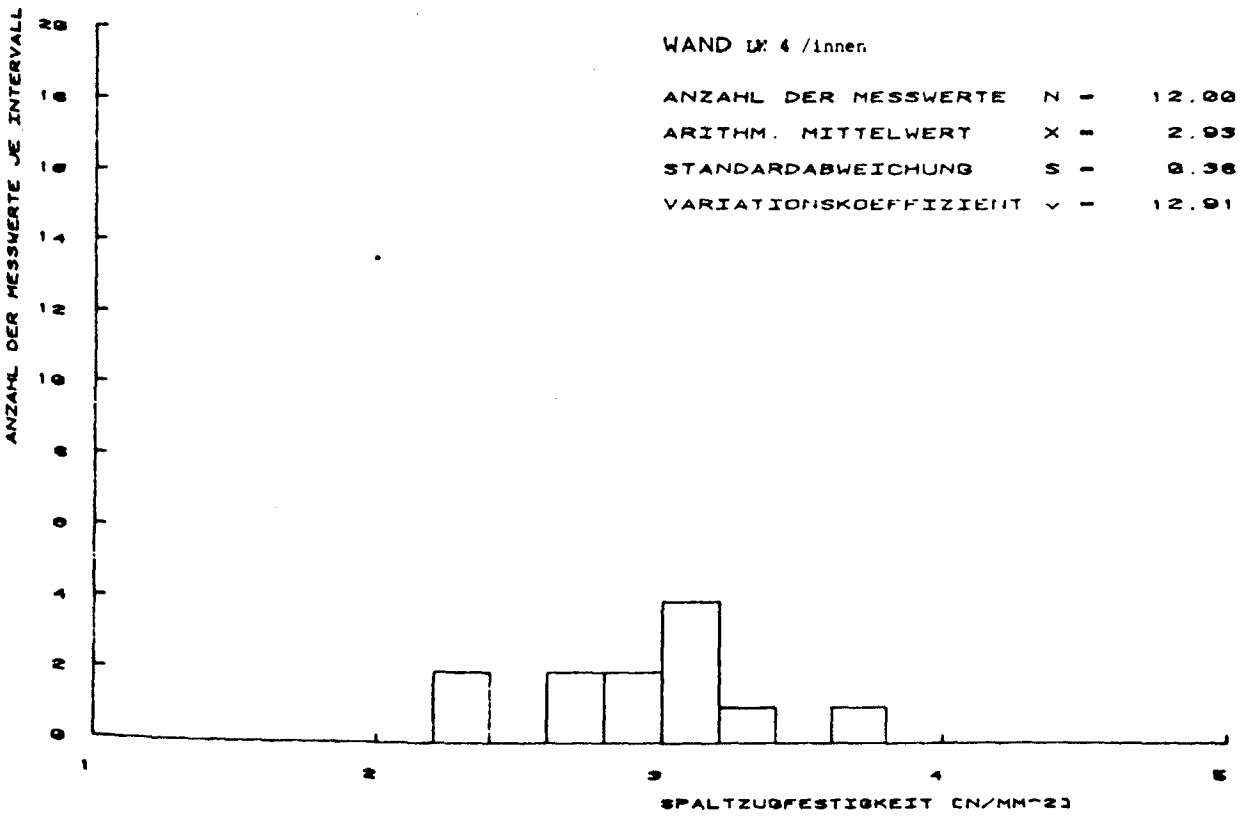
Histogramme der Spaltzugfestigkeit für äußere Bohrkernabschnitte der Wand LW 4



Histogramme der zentr. Zugfestigkeit für innere Bohrkernabschnitte der Wände FW 1 und FW 2



Histogramme der zentr. Zugfestigkeit für innere Bohrkernabschnitte der Wände LW 2 und LW 3



Histogramme der zentr. Zugfestigkeit für innere und äußere Bohrkernabschnitte der Wand LW 4

Wand-Nr.	Lagerung	Spaltzugfestigkeit				zentr. Zugfestigkeit		
			ohne Nachbehandlung	mit Nachbehandlung	Innere Bohrkr.abs.	ohne Nachbehandlung	mit Nachbehandlung	Innere Bohrkr.abs.
LW 1	L	n $\bar{x}$ v 5%	6 3,14 13 2,28	6 3,26 13 2,40	12 3,69 9 2,95	12 1,98 27 0,85	12 2,07 26 0,94	12 1,94 15 1,31
FW 1	F	n $\bar{x}$ v 5%	13 3,52 15 2,41	14 3,54 19 2,19	24 3,55 14 3,16	4 2,61 25 1,24	4 2,40 28 0,97	48 2,52 12 2,03
LW 2	L	n $\bar{x}$ v 5%	12 2,79 16 1,87	12 2,94 14 2,10	14 2,81 9 2,29	14 1,75 35 0,50	13 1,85 37 0,43	12 1,93 28 0,80
FW 2	F	n $\bar{x}$ v 5%	19 2,54 16 1,76	17 2,61 16 1,8	28 2,59 15 1,94	4 1,61 24 0,81	4 1,47 43 0,15	57 2,51 15 1,87
LW 3	L	n $\bar{x}$ v 5%	12 2,16 17 1,38	11 2,21 17 1,39	17 2,63 14 1,94	14 1,04 50 0,00	14 1,21 54 0,00	12 1,71 53 0,18

n- Anzahl der Proben

$\bar{x}$  - Mittlere Zugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>)

v - Variationskoeffizient (%)

5% - 5%-Fraktile-Wert (N/mm<sup>2</sup>)



Wand-Nr.	Lagerung	Spaltzugfestigkeit				zentr. Zugfestigkeit		
			ohne Nachbehandlung	mit Nachbehandlg.	Innere Bohrk.abs.	ohne Nachbehandlg.	mit Nachbehandlg.	Innere Bohrk.abs.
FW 3	F	n	18	17	28	4	4	60
		$\bar{x}$	2,27	2,39	2,42	0,91	1,34	2,25
		v	9	9	11	52	20	42
		5%	1,87	1,99	1,97	0,00	0,77	0,71
LW 4	L	n	10	10	12	12	12	12
		$\bar{x}$	2,91	3,05	2,93	2,05	1,88	2,08
		v	9	7	13	34	45	40
		5%	2,34	2,59	2,13	0,58	0,095	0,34
LW 5	L	n	12	12	13	6	8	8
		$\bar{x}$	3,90	4,07	3,57	2,82	3,08	3,05
		v	17	19	20	8	10	14
		5%	2,49	2,47	2,07	2,34	2,43	2,15
FW 5	F	n	18	18	31	3	3	50
		$\bar{x}$	3,77	3,52	3,5	2,73	2,93	3,17
		v	14	18	16	6	6	15
		5%	2,79	2,23	2,57	2,37	2,55	2,40
FW 6	F	n	-	-	6	-	-	-
		$\bar{x}$	-	-	3,16	-	-	-
		v	-	-	15	-	-	-
		5%	-	-	2,00	-	-	-

n- Anzahl der Proben

 $\bar{x}$  - Mittlere Zugfestigkeit (N/mm<sup>2</sup>)

v - Variationskoeffizient (%)

5% - 5%-Fraktile-Wert (N/mm<sup>2</sup>)

Statistische Auswertung der Zugfestigkeiten der Wände 3 bis 6